

VŠB - Technická univerzita Ostrava

Fakulta stavební

Katedra pozemního stavitelství

Řešení střechy v zadané budově s nízkou energetickou náročností

Design of the roof in the specified low energy building

Student:

Ing. Jiří Dostál

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Kateřina Kubenková, Ph.D.

Ostrava 2016

VŠB - Technická univerzita Ostrava  
Fakulta stavební  
Katedra pozemního stavitelství

## Zadání bakalářské práce

Student: **Ing. Jiří Dostál**  
Studijní program: B3607 Stavební inženýrství  
Studijní obor: 3607R041 Příprava a realizace staveb  
Téma: **Řešení střechy v zadané budově s nízkou energetickou náročností**  
**Design of the roof in the specified low energy building**  
Jazyk vypracování: čeština

### Zásady pro vypracování:

Pro zadanou budovu zpracujte technickou zprávu architektonicko - stavebního řešení a výkresovou dokumentaci obsahující:

- celkový situační výkres stavby (1:500, 1:1000),
- výkres základů (1:100 nebo 1:50),
- půdorys vybraného podlaží (1:50),
- půdorysy ostatních podlaží (1:50 nebo 1:100),
- půdorys střechy (1:100 nebo 1:50),
- svislý řez zadanou budovou (1:50) (řez vedený schodištěm - pokud lze),
- podhledy (1:100),

Při zpracovávání postupujte dle vyhlášky 499 / 2006 ve znění pozdějších předpisů dle § 2 přílohy 5.

Zaměřete se na řešení střechy v zadané budově, zpracujte:

- výkresy zadaných detailů řešení střechy pro klasickou výstavbu a pro nízkoenergetické stavby,
- finanční porovnání variantního řešení střechy pro klasickou výstavbu a pro nízkoenergetické stavby,
- tepelně technické posouzení variantního řešení střechy pro klasickou výstavbu a pro nízkoenergetické stavby.

Dále zpracujte:

- časový plán stavby ve formě řádkového harmonogramu pro zadanou budovu,
- položkový rozpočet stavebních prací pro zadanou budovu,
- technologický postup pro realizaci střechy.

### Seznam doporučené odborné literatury:

- [1] NEUMANN, D., a kol.: Stavební konstrukce I. Bratislava 2005.
- [2] NEUMANN, D., a kol.: Stavební konstrukce II. Bratislava. 2006.
- [3] KOČÍ, B. a kol. Technologie pozemních staveb. Brno : Akademické nakladatelství CERM, s.r.o., 2007, s. 319, ISBN 80 - 214 - 0354 - 3.
- [4] LÍZAL, P. a kol. Technologie stavebních procesů pozemních staveb. Brno : Akademické nakladatelství CERM, s.r.o., 2003, s. 109, ISBN 80 - 214 - 2536 - 9.
- [5] FAJKOŠ, Antonín a Radka MUŽÍKOVÁ. Ploché střechy. 2., opr. vyd. Brno: CERM, 2002, 80 s. Učební texty vysokých škol (Vysoké učení technické v Brně. Stavební fakulta). ISBN 80-720-4247-5.
- [6] ČERMÁKOVÁ, Barbora a Radka MUŽÍKOVÁ. Ozeleněné střechy. 1. vyd. Praha: Grada, 2009, 246 s.

Stavitel. ISBN 978-80-247-1802-6.

[7] KOPTA, Pavel a Jana JANOUŠKOVÁ. Šikmé střechy. 1. vyd. Praha: Grada, 2012, 155 s. Profi. ISBN 978-80-247-3484-2.

[8] Technické normy v platném znění,


[9] Směrnice děkana fakulty stavební Vysoké školy báňské - Technické univerzity Ostrava č. 7/2014 - Zásady pro vypracování diplomové a bakalářské práce.

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

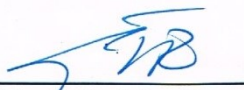
Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Kateřina Kubenková, Ph.D.**

Datum zadání: 23.11.2015

Datum odevzdání: 02.05.2016



doc. Ing. Jaroslav Solář, Ph.D.  
vedoucí katedry



prof. Ing. Radim Čajka, CSc.  
děkan fakulty

### **Prohlášení studenta**

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě .....

.....

podpis studenta

Prohlašuji:

- byl jsem seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).
- Souhlasím s tím, že údaje o bakalářské práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě .....

.....

podpis studenta

## **Anotace**

DOSTÁL, J.: *Řešení střechy v zadané budově s nízkou energetickou náročností*. Ostrava: Bakalářská práce, 2016, s.

V bakalářské práci řeším zastřešení v zadané budově s nízkou energetickou náročností. Zpracoval jsem technickou zprávu architektonicko - stavebního řešení s výkresovou dokumentací. Navrhl jsem dvě střechy, jednu pro klasickou výstavbu a druhou pro nízkoenergetické stavby. Provedl jsem finanční porovnání a tepelně technické posouzení navržených střech. Na základě výsledků jsem doporučil jako vhodnější střechu pro nízkoenergetické stavby

Klíčová slova: budova s nízkou energetickou náročností, plochá střecha, finanční porovnání, tepelně technické posouzení.

## **Anotacion**

DOSTÁL, J.: *Design of the roof in the specified low energy building*. Ostrava: Bachelor thesis, 2016, s.

I solve the roof in the specified low energy building in the bachelor thesis. I compile technical report of architectural - structural design with building plans. I designed two roofs, the first classical roof and the second roof for low energy building. I compared financial comparisons and heat transfers of the roofs. I recommended roof for low energy building based on the results.

Keywords: low energy building, flat roof, financial comparison, heat transfer results.

## Seznam použitého značení

°C - stupeň Celsia

EPS - expandovaný (pěnový) polystyren

K - stupeň Kelvina

$M_{c,a}$  - roční množství zkondenzované vodní páry [ $\text{kg/m}^2\text{a}$ ]

$M_{c,N}$  - požadované maximální množství zkondenzované vodní páry [ $\text{kg/m}^2\text{a}$ ]

$M_{ev,a}$  - roční množství vypařené vodní páry [ $\text{kg/m}^2\text{a}$ ]

NP - nadzemní podlaží

PP - podzemní podlaží

U - součinitel prostupu tepla [ $\text{W/m}^2\text{K}$ ]

$U_N$  - požadovaný součinitel prostupu tepla [ $\text{W/m}^2\text{K}$ ]

$U_w$  - celkový součinitel prostupu tepla oknem [ $\text{W/m}^2\text{K}$ ]

W - wat

XPS - extrudovaný (vytlačovaný) polystyren

bm - běžný metr

$f_{Rsi}$  - teplotní faktor vnitřního povrchu [-]

$f_{Rsi,N}$  - požadovaná hodnota teplotního faktoru vnitřního povrchu [-]

kg - kilogram

m - metr

$\text{m}^2$  - metr čtvereční

$\text{m}^3$  - metr krychlový

mm - milimetr

## Obsah

1. Úvod .....	11
2. Současný stav řešené problematiky .....	12
3. Technická zpráva architektonicko-stavebního řešení .....	13
3.1 Architektonické, výtvarné a dispoziční řešení .....	13
3.2 Materiálové a provozní řešení .....	15
3.2.1 Dopravní řešení .....	15
3.2.2 Doprava v klidu .....	15
3.2.3 Napojení na technickou infrastrukturu .....	15
3.2.4 Elektrická energie a sdělovací soustava .....	16
3.2.5 Voda a ohřev teplé vody .....	16
3.2.6 Vytápění .....	16
3.2.7 Vnitřní kanalizace .....	17
3.2.8 Odvodnění střechy a anglických dvorků .....	17
3.3 Bezbariérové užívání stavby .....	17
3.4 Konstrukční, stavebně technické řešení a technické vlastnosti stavby .....	17
3.4.1 Základové konstrukce .....	18
3.4.2. Svislé nosné konstrukce .....	18
3.4.3 Vodorovné nosné konstrukce .....	18
3.4.4 Svislé nenosné konstrukce .....	19
3.4.5 Schodiště .....	19
3.4.6 Atika .....	19
3.4.7 Hydroizolace spodní stavby .....	20
3.4.8 Obvodový plášť .....	20
3.4.9 Střešní plášť .....	21
3.4.10 Podlahy .....	21



3.4.11 Vnitřní omítky .....	22
3.4.12 Dveře .....	22
3.4.13 Okna .....	22
3.4.14 Klempířské výrobky .....	23
3.4.15 Zámečnické výrobky .....	23
3.4.15 Ostatní .....	23
3.5 Stavební fyzika - tepelná technika, osvětlení, oslunění, akustika/hluk, vibrace - popis řešení, výpis použitých norem.....	23
4 Návrh zastřešení zadané budovy .....	24
4.1 Návrh nosné střešní konstrukce.....	24
4.2 Návrh střešního pláště pro klasickou výstavbu .....	25
4.2.1 Popis systému KVK Puzzle.....	25
4.2.2 Návrh odvodnění střechy systémem KVK Puzzle .....	27
4.3 Návrh střešního pláště pro nízkoenergetické stavby .....	28
4.3.1 Popis systému Bauder PIR Kompakt .....	29
4.3.2 Spádová vrstva z polystyrenbetonu .....	30
4.3.3 Návrh odvodnění střechy systémem Bauder PIR Kompakt.....	30
5 Tepelně technické posouzení variant zastřešení.....	32
5.1 Tepelně technické posouzení varianty střechy pro klasickou výstavbu.....	32
5.1.1 Tepelně technické posouzení střechy u střešních vpustí .....	32
5.1.2 Tepelně technické posouzení střechy s nejvyšší tloušťkou TI u atiky (TI 300mm) 32	
5.1.3 Výsledné tepelně technické posouzení střechy pro klasickou výstavbu .....	33
5.1.4 Tepelně technické posouzení styku vnější stěny se střechou .....	33
5.2 Tepelně technické posouzení varianty střechy pro nízkoenergetické stavby.....	34
5.2.1 Tepelně technické posouzení střechy u střešních vpustí .....	34
5.2.2 Tepelně technické posouzení střechy u atiky .....	35
5.2.3 Výsledné tepelně technické posouzení střechy pro nízkoenergetické stavby .....	35

5.2.4 Tepelně technické posouzení styku vnější stěny se střechou .....	35
6 Finanční porovnání variant střech pro klasickou výstavbu a pro nízkoenergetické stavby ..	37
6.1 Položkový rozpočet varianty střechy pro klasickou výstavbu .....	37
6.2 Položkový rozpočet varianty střechy pro nízkoenergetické stavby .....	37
6.3 Finanční porovnání variantního řešení střechy pro klasickou výstavbu a pro nízkoenergetické stavby .....	38
7 Celkové porovnání variantního řešení střechy pro klasickou výstavbu a pro nízkoenergetické stavby .....	39
8 Časový plán stavby ve formě řádkového harmonogramu pro zadanou budovu .....	40
9 Položkový rozpočet stavebních prací pro zadanou budovu .....	40
10 Technologický postup pro realizaci střechy .....	41
10.1 Technologický postup pro realizaci nosné střešní konstrukce .....	41
10.2 Technologický postup pro realizaci spádové vrstvy na nosné střešní konstrukci .....	45
10.2 Technologický postup pro realizaci střešního pláště systému Bauder PIR Kompakt ..	47
11 Závěr .....	51
12 Seznam použité literatury .....	52
13 Seznam obrázků a tabulek .....	53
14 Seznam příloh .....	53
Přílohy .....	54

## 1. Úvod

V bakalářské práci řeším navržení střechy v zadané budově s nízkou energetickou náročností. Pro zadanou budovu jsem zpracoval technickou zprávu architektonicko-stavebního řešení a výkresovou dokumentaci.

Z důvodu lepšího finančního porovnání a tepelně technického posouzení střechy pro klasickou výstavbu a střechy pro nízkoenergetické stavby jsem u obou střech navrhl střechu plochou. Nosná střešní konstrukce je u obou typů střech v podstatě shodná až na jednu vrstvu cihel v atice navíc u střechy pro nízkoenergetické stavby.

U střechy pro klasickou výstavbu jsem se rozhodl pro střešní plášť systému KVK Puzzle firmy KVK PARABIT, a.s. a u střechy pro nízkoenergetické stavby pro střešní plášť systému Bauder PIR KOMPAKT firmy Bauder s.r.o.

U obou typů jsem navrhl odvodnění střech pro zadanou budovu a provedl jejich finanční porovnání a tepelně technické posouzení.

Závěrem mé práce bude vyhodnocení finančního porovnání a tepelně technického posouzení a doporučení vhodnější střechy pro zadanou budovu.

Dále zpracuji časový plán stavby ve formě řádkového harmonogramu pro zadanou budovu, položkový rozpočet stavebních prací pro zadanou budovu a technologický postup pro realizaci střechy.

## 2. Současný stav řešení problematiky

V rámci snahy Evropské unie dosáhnout trvale udržitelného rozvoje („Udržitelný rozvoj zajišťuje potřeby současnosti, aniž by omezoval možnosti uspokojit potřeby budoucích generací.“ - H. Brundtlandová, předsedkyně Světové komise Organizace spojených národů pro životní prostředí a rozvoj, 1987) přijala v roce 2010 Směrnici Evropského parlamentu a Rady č. 2010/31/EU o energetické náročnosti budov. Na základě této a předchozích směrnic byl v České republice přijat zákon č. 406/2000 Sb. ve znění pozdějších předpisů o hospodaření energií.

Pokud bude zákon platit v současné podobě také 1. ledna 2020, bude muset každá nově postavená budova splňovat požadavky na energetickou náročnost budovy s téměř nulovou spotřebou energie (pozn.: některé budovy už dříve).

Snaha o výstavbu těchto domů začala již dřívešších letech (hlavně v německy mluvících zemích) a dá se do budoucna předpokládat, že zájem o ně ještě poroste a nakonec vyústí v nutnost stavět takové budovy na základě požadavku výše zmíněného zákona.

Z tohoto důvodu je potřeba se s problematikou návrhu a výstavby takovýchto budov seznamovat, řešit ji a návrhy zavádět do praxe. Také je nutné sledovat provoz těchto budov a ze získaných poznatků nové návrhy stále vylepšovat.

Jedním z hlavních faktorů, jak snížit energetickou náročnost budovy na vytápění je snížení součinitele prostupu tepla navrženými konstrukcemi. Toho se mimo jiné dosahuje použitím stále lepších tepelných izolací, popř. zvětšením jejich rozměrů.

Z výše uvedených poznatků jsem se snažil vycházet a danou problematiku zapracovat do návrhu vhodné střechy pro zadanou budovu.

### **3. Technická zpráva architektonicko-stavebního řešení**

Technickou zprávu architektonicko-stavebního řešení jsem zpracoval podle požadavků vyhlášky 499/2006 Sb. o dokumentaci staveb ve znění pozdějších předpisů §2 přílohy 5 - Rozsah a obsah projektové dokumentace pro ohlášení stavby uvedené v § 104 odst. 1 písm. a) až e) stavebního zákona nebo pro vydání stavebního povolení.

#### **3.1 Architektonické, výtvarné a dispoziční řešení**

Objekt bytového domu je čtyřpodlažní budova obdélníkového půdorysu o rozměrech 15x16,5m. Jedno podlaží je pod úrovní terénu, tři podlaží jsou nadzemní. Výška objektu nad terénem je 9,5m. Zastřešení objektu je navrženo plochou střechou s atikou. Objekt je horizontálně i vertikálně barevně členěn, čímž se jednolitá plocha fasády rozdělí na menší celky a tvoří zajímavé architektonické řešení.

Hlavní hmoty objektu jsou barevně odděleny. Základní barvou domu je žlutá. Soklová část objektu je světle hnědá. Světle hnědou barvou je žlutá barva přerušena ve dvou svislých pruzích na delších stranách budovy. Atika bude z vnější strany objektu vybarvena stejnou barvou jako sokl - světle hnědou. Plastová okna a vchodové dveře budou mít hnědou barvu, čímž opticky ze žluté fasády vystoupí. Klempířské prvky a venkovní zábradlí budou mít povrchovou úpravu ve světle hnědé barvě. Barva přístřešku nad hlavním vstupem bude světle hnědá a nosné dřevěné sloupky přístřešku, stejně jako zábradlí budou natřeny opět stejným odstínem hnědé barvy.

Objekt se nachází na pozemku parcelního čísla 1453/1 na katastru města Vratimova okr. Ostrava - město. Pozemek je situován v severní části města mezi ulicemi Na Hermaně a Hřbitovní. Příjezd k objektu je z ulice Na Hermaně.

Hydrogeologickým průzkumem na pozemku bylo zjištěno, že základová půda je propustná, dostatečně únosná a při vrtech nebylo dosaženo hladiny podzemní vody.

Před objektem je navrženo parkoviště z asfaltobetonu pro 12 stání automobilů, z toho jedno stání pro osoby s omezenou schopností pohybu. Kolem parkoviště vede k objektu

chodník ze zámkové dlažby. Na začátku chodníku po pravé straně se nachází prostor pro uložení komunálního odpadu.

Vstup do objektu se nachází ze severní strany 150mm nad úroveň upraveného terénu. Udaná výška byla zvolena s ohledem na možné bezbariérové užívání objektu. Překonání 150mm výškového rozdílu je zajištěno zvedající se dlažbou na délce 2,4m.

Za vstupními dveřmi do objektu se nachází vstupní chodba. Ve vstupní chodbě patří první dveře po pravé straně kolárně a druhé dveře po pravé straně kočárkárně. Dveřmi na konci chodby na levé straně se vstupuje do hlavní chodby.

Na hlavní chodbě v 1NP se nachází tři byty, schodiště a dva sklady na náradí. Byt naproti dveřím do hlavní chodby je přizpůsoben pro bydlení osoby s pohybovým omezením. Z hlavní chodby se lze po schodišti dostat do suterénu a do 2. a 3. nadzemního podlaží.

Suterén je od schodiště oddělen protipožárními dveřmi. V suterénu se nacházejí kotelná, místnost s technologií vytápění, 11 sklepů jednotlivých bytů a sklep s přípojkami inženýrských sítí situovaný v jihozápadním rohu budovy. Denní osvětlení suterénních místností je řešeno přes sklepní okénka a anglické dvorky po obvodu objektu.

Hlavním komunikačním prostorem objektu je schodiště procházející přes všechna patra objektu. Schodiště je dvouramenné, levotočivé s mezipodestami. Nad každou mezipodestou se nachází okno.

Ve 2. a 3. nadzemním podlaží je vstup do čtyř bytů z hlavní chodby. Celkem se v objektu nachází 11 bytů. Kromě bytů jsou na každém podlaží 2 sklady na náradí. Výstup na střechu je zajištěn střešním výlezem po žebříku z prostoru pravého skladu na hlavní chodbě v nejvyšším podlaží.

V bytovém domě se nachází 5 bytů jednopokojových a 6 bytů dvoupokojových. Vstupními dveřmi se do jednopokojového bytu vstoupí do předsíně s vestavnými skříněmi. Naproti vstupním dveřím je kuchyně a z ní se vchází do obývacího pokoje. Z předsíně se dostaneme také do koupelny se sprchovým koutem. Za vstupními dveřmi dvoupokojových bytů se také nachází předsíň s vestavnými skříněmi. Ta je propojena chodbičkou s kuchyní, koupelnou

s vanou, ložnicí a obývacím pokojem. V jednopokojových bytech se předpokládá bydlení 1-2 osob, ve dvoupokojových 2-3 osob, tzn. celkem max. cca 28 osob.

### **3.2 Materiálové a provozní řešení**

#### **3.2.1 Dopravní řešení**

Příjezd na parkoviště ze severní strany objektu bude veden z ulice Na Hermaně snížením přilehlého chodníku. Příjezd bude 3,5m široký a 1,5m dlouhý a bude se svažovat k ulici Na Hermaně.

K pěšímu vstupu do budovy z ulice na Hermaně slouží chodník ze zámkové dlažby dlouhý 16m a široký 2m. Před vstupem do budovy překonává výškový rozdíl 150mm na délce 2,4m a tvoří tak rampu pro bezbariérový přístup do objektu.

#### **3.2.2 Doprava v klidu**

U objektu je navrženo parkoviště pro obyvatele bytového domu. Parkoviště je navrženo z asfaltobetonu o rozměrech 31,5x11m a svažuje se směrem k bytovému domu, kde je navržena odvodňovací drenáž drenážní trubkou PVC DN 150. K jednotlivým stáním je navržena šířka jízdního pásu 6m. Stání pro automobily mají jednotnou délku 5m. 10 stání je širokých 2,5m, levé krajní stání má šířku 2,75m a pravé krajní stání určené pro osobu s omezenou schopností pohybu je široké 3,75m. Na parkoviště bezprostředně navazuje chodník pro pěší ke vstupu do budovy.

#### **3.2.3 Napojení na technickou infrastrukturu**

- Napojení elektrické energie bude provedeno silovým vedením nízkého napětí 400V z hlavního kabelu procházejícímu po ulici Na Hermaně pod chodníkem. Kapacita z hlediska příkonu je dostatečná. Přípojka bude procházet prostupem v suterénu do sklepa s přípojkami

- Napojení vodovodu bude provedeno potrubím PE DN 100 z řadu na ulici Na Hermaně pod chodníkem. Přípojka bude procházet prostupem v suterénu do sklepa s přípojkami
- Napojení sdělovacího metalického kabelu spojového bude provedeno z vedení na ulici Na Hermaně pod chodníkem. Přípojka bude procházet prostupem v suterénu do sklepa s přípojkami
- Napojení kanalizace bude provedeno potrubím PVC DN 150 na uliční splaškový kanalizační řad na ulici Na Hermaně pod vozovkou. Součástí přípojky bude revizní šachta. Přípojka bude procházet prostupem v suterénu ze sklepa s přípojkami
- Napojení na centralizované zásobování teplem bude provedeno speciálním potrubím DN 200 z ulice Hřbitovní. Přípojka bude procházet prostupem v suterénu do kotelny

### **3.2.4 Elektrická energie a sdělovací soustava**

Není předmětem řešení této bakalářské práce

### **3.2.5 Voda a ohřev teplé vody**

Ohřev teplé vody je řešen rekuperačním výměníkem z dodávky teplé vody z centralizovaného zásobování teplem. Vodovodní potrubí je rozvedeno do jednotlivých bytů 4 stoupačkami procházejícími objektem. Od přípojky ke stoupačkám je potrubí vedeno po stropě suterénu. Od stoupaček je vodovodní potrubí v bytě vedeno v sádkartonovém kastlíku. Další řešení vody není součástí této bakalářské práce

### **3.2.6 Vytápění**

Vytápění je řešeno rekuperačním výměníkem z dodávky teplé vody z centralizovaného zásobování teplem. Suterén je vytápěný. Další řešení vytápění není součástí této diplomové práce.



### **3.2.7 Vnitřní kanalizace**

Vnitřní kanalizace je řešená jako gravitační. Z bytů je vedena 4 stoupačkami. V bytech je vedena v sádkartonovém kastlíku. Ze stoupaček k přípojce kanalizace je vedena pod stropem suterénu. Další řešení vnitřní kanalizace není součástí této bakalářské práce.

### **3.2.8 Odvodnění střechy a anglických dvorků**

Odvodnění ploché střechy je navrženo gravitační, 4 střešními vpustmi TOPWET dovnitř dispozice objektu stoupačkami. Potrubí od střešních vpustí je potřeba tepelně izolovat min. 1m od napojení vpustí. Od stoupaček směrem ven z objektu je potrubí zavěšeno pod stropem suterénu a prochází přes vnější stěnu suterénu prostupy v kotelně a místnosti technologie vytápění. Voda z budovy je odvedena plastovým potrubím PVC DN 150mm jednak do přepadové retenční nádrže o objemu 2m<sup>3</sup> na zalévání trávníku a dále do dvou vsakovacích jímek o objemu 2x10m<sup>3</sup>. Odvodnění anglických dvorků je navrženo v každém dvorku plastovou trubkou PVC DN 100 vedoucí do podzákladí.

### **3.3 Bezbariérové užívání stavby**

Objekt má zajištěn bezbariérový přístup ke vstupu do objektu. Je jím zvedající se zámková dlažba 2,4m dlouhá s podélným sklonem 1:16 a je zastřešena. V přízemí objektu se naproti dveřím ze vstupní chodby nachází jeden bezbariérově řešený byt. Při návrhu objektu byly respektovány požadavky Vyhlášky č. 398/2009 Sb. o obecných technických požadavcích zabezpečujících užívání staveb osobami s omezenou schopností pohybu a orientace. Dále je na parkovišti vyčleněno jedno automobilové stání pro osobu s omezenou schopností pohybu, viz. výše.

### **3.4 Konstrukční, stavebně technické řešení a technické vlastnosti stavby**

Při návrhu konstrukcí zadané budovy jsem vycházel zejména ze zákona č.183/2006Sb. o územním plánování a stavebním řádu (Stavební zákon) a vyhlášky č. 268/2009 Sb. o technických požadavcích na stavby.

### **3.4.1 Základové konstrukce**

Navrženy jsou základové pásy obvodových stěn šířky 800mm a výšky 600mm z monolitického prostého betonu se základovou spárou v hloubce 3315mm pod úrovní upraveného terénu. Základové pásy vnitřních nosných zdí jsou navrženy se šířkou 500mm a výškou 600mm ve stejné hloubce jako obvodové pásy. Základové pásy pod příčkami jsou navrženy o šířce 300mm a výšce 300mm v hloubce 3015mm. Před prováděním betonování je třeba zkontrolovat stav základové spáry a výkopu. Dále je také třeba osadit uzemnění do výkopu a vhodně ošetřit v místech prostupu přes různá prostředí. Beton pro základové pásy je navržen pevnosti C16/20. Po dostatečném vyztužení všech betonových pásů je možné provést betonáž podkladního betonu tl. 150mm z třídy betonu C16/20 s vloženou výztuží z Kari sítě 150/150/8. Je třeba zachovat krytí výztuže alespoň 40mm od zeminy.

### **3.4.2. Svislé nosné konstrukce**

Pro obvodové zdi je použito zdivo z Porotherm 50 T Profi o tloušťce 500mm celoplošně lepených na maltu pro tenké spáry. Vnitřní nosné stěny v 1. - 3.NP jsou navrženy z cihel Porotherm 30 AKU SYM o tloušťce 300mm zděné na maltu M10. Při zdění je třeba dbát na důkladné vyplnění styčných, vodorovných spár a kapes z důvodu dodržení požadavku na akustické vlastnosti stěny. V suterénu jsou navrženy také vnitřní nosné stěny ze zdiva Porotherm 30 Profi celoplošně lepených maltou pro tenké spáry. Prostorové umístění vnitřních nosných stěn ze dvou druhů materiálů viz. výkresová dokumentace.

### **3.4.3 Vodorovné nosné konstrukce**

Stropy jsou keramickobetonové ze systému Porotherm strop tvořeným cihelnými vložkami MIAKO a keramobetonovými stropními POT nosníky vyztuženými svařovanou prostorovou výztuží celkové tloušťky 250mm. Použit je systém s roztečí nosníků 625mm. V místech vyššího zatížení od příček jsou navrženy nízké vložky MIAKO 19/50 PTH. Před pokládáním nosníků a vložek na zdivo bude celý styčný pruh podložen těžkým asfaltovým pásem (mimo tepelné izolace vnějšího věnce). Betonová vrstva stropu bude z betonu C 20/25 měkké konzistence o tl. 60mm. Před betonováním bude v celé ploše položena výztuž z KARI

sítí 100x100x6mm umístěné u horní hrany stropu s dodržáním minimálního krytí 25mm. Taktéž bude uložena výztuž pozedních věnců, jak vnějších, tak vnitřních.

Překlady nad otvory jsou typu Porotherm PTH 7. Budou pokládány na zdivo do maltového lože. Délky překladů jsou různé podle velikosti otvoru. Je nutné dodržet délku minimálního uložení, které závisí na velikosti otvoru, viz. výkresová dokumentace.

#### **3.4.4 Svislé nenosné konstrukce**

Vnitřní příčky jsou navrženy z cihel Porotherm 11,5 AKU, zděné na klasickou maltu. V suterénu jsou příčky také navrženy z cihel Porotherm 11,5 Profi, zděných na maltu pro tenké spáry. Napojení na obvodové a vnitřní nosné stěny se provede nerezovými pásky vkládanými do spár.

#### **3.4.5 Schodiště**

V objektu je navrženo monolitické železobetonové schodiště uložené na železobetonových nosnících podest a mezipodest. S betonováním schodiště se začne až po dokončení příslušných stropních konstrukcí a jejich dostatečném vyztužení. Kvůli omezení přenosů vibrací a kročejového hluku se použijí protihlukové a protivibrační prvky firmy Halfen. Tyto prvky se osadí do kapes v nosném zdivu a do nich se zabetonují nosníky podest a mezipodest.

#### **3.4.6 Atika**

Atika je řešena vyzdění z cihel Porotherm 50 T Profi. V horní části atiky bude proveden po celém obvodu železobetonový věnec s věncovkami VT 8 z obou stran. Atika bude oplechována pozinkovaným plechem tl. 0,8mm s povrchem poplastovaným.

### 3.4.7 Hydroizolace spodní stavby

Hydroizolace spodní stavby je navržena proti zemní vlhkosti z důvodu nízké hladiny podzemní vody, které nebylo při hydrogeologickém průzkumu dosaženo. Hydrogeologickým průzkumem byla zjištěna dostatečně propustná zemina, není proto nutné budovat drenáž. Hydroizolační systém spodní stavby je navržen z asfaltového pásu Elastodek 40 Standard 4mm celoplošně nataveného na vodorovné i na svislé konstrukce spodní stavby. Před provedením natavení se musí povrch řádně penetrovat asfaltovou penetrací Dekprimer. Vnější ochrana svisle uloženého pásu na konstrukci bude provedena celoplošně lepenými XPS deskami o tl. 40mm. Z měření radonu vyplynulo nízké radonové zatížení. Úroveň vytažení hydroizolace a XPS desek na svislých konstrukcích bude do výšky 300mm nad úroveň upraveného terénu. V místech, kde nejsou XPS desky pod úrovní terénu, se na desky provede fasádní omítkový systém Baumit Mosaik Top. Ukončení XPS desek s omítkovým systémem bude římsou z pozinkovaného plechu tl. 8mm s povrchem poplastovaným.

### 3.4.8 Obvodový plášť

Na objektu v nadzemní části bude z vnější strany použita tato skladba omítky (výčet od stěny k exteriéru):

- Baumit Termo omítka + Baumit přednástřík tl. 30mm
- Lepící hmota Baumit ProContact se sítovinou tl. 3mm
- Penetrační nátěr Baumit Uniprimer
- pastovitá probarvená fasádní omítko Baumit tl. 2mm

Stěna pod terénem v Suterénu

- Podkladní konstrukce - Zdivo z Porotherm 50 T Profi
- Penetrační asfaltový nátěr Dekprimer
- Svislá hydroizolace - asfaltový pás Elastodek 40 Standard, celoplošně natavený tl. 4mm
- Tepelná izolace XPS (do úrovně 300mm nad terén) tloušťky 40mm - jako ochrana svislé hydroizolace
- XPS desky nad úrovní terénu fasádní omítkový systém Baumit Mosaik Top

### 3.4.9 Střešní plášť

Navržení střešního pláště je úkolem této bakalářské práce. O střešním plášti bude pojednáno dále v textu této bakalářské práce.

### 3.4.10 Podlahy

Skladby:

#### PD - Podlaha v 1PP na terénu (od interiéru k exteriéru)

- Betonová mazanina tl. 60 mm, vyztužená sítí KARI 150x150/4mm, broušená
- Separční PE fólie tl. 0,6 mm
- Tepelná izolace EPS Isover 100 Stabil tl. 160 mm
- Kročejová izolace Isover T-N 40mm
- Hydroizolace z asfaltových pásů Elastodek 40 Standard celoplošně natavená tl. 4 mm
- Penetrační asfaltový nátěr Dekprimer
- Podkladní beton C 15/20 vyztužený KARI sítí 150/150/4 tl. 150 mm
- Zemina původní

#### S1 - S3 - Podlaha v 1 - 3NP - dlažba (svrchu)

- Dlažba tl. 10 mm
- Flexibilní lepidlo na dlažbu tl. 3-6 mm
- Betonová mazanina tl. 60 mm, vyztužená sítí KARI 150x150/4mm,
- PE fólie tl. 0,6 mm
- Kročejová izolace Isover T-N tl. 40mm
- Keramickobetonový strop Porotherm tl. 250 mm
- Baumit hlazená omítka L tl. 10mm

#### S1 - S3 Podlaha v 1 - 3 NP - korková podlaha (svrchu)

- Korková podlaha z lamel tl. 11 mm
- Mirelon tl. 1mm
- Samonivelační beton tl. 4mm

- Betonová mazanina tl. 60 mm, vyztužená sítí KARI 150x150/4mm,
- Kročejová izolace Isover T-N tl. 40mm
- Keramickobetonový strop Porootherm tl. 250 mm
- Baumit hlazená omítka L tl. 10mm

#### SS Podlaha schodiště (svrchu)

- Dlažba protiskluzová tl. 10mm
- Lepidlo na dlažbu tl. 5mm
- Železobetonová deska podesty tl. 285mm
- Baumit hlazená omítka L tl. 10mm

### **3.4.11 Vnitřní omítky**

Na svislé i vodorovné vnitřní konstrukce je použita omítka Baumit hlazená omítka L tl. 10mm.

### **3.4.12 Dveře**

Dveře vnitřní v jednotlivých místnostech bytů jsou dřevěné do dřevěných obložkových zárubní. Dveře vnitřní vchodové do bytů jsou protipožární plastové s plastovou rámovou zárubní minimálně EI 30. Stejně dveře jsou do kolárny, kočárkárny, vstupu z chodby vstupní do chodby hlavní a vstupu do suterénu. Ve sklepních prostorech jsou dveře dřevěné do ocelových zárubní. Stejně dveře jsou do skladů na nadzemních patrech. Vstupní dveře do objektu jsou plastové, s rámovou zárubní, minimálně s  $U = 0,7\text{W/m}^2\text{K}$ .

### **3.4.13 Okna**

Okna budou plastová se stavební hloubkou 85mm. Zasklení bude trojsklem.  $U_w$  nejméně  $0,7\text{W/m}^2\text{K}$ , rozměry oken podle výkresové dokumentace. Parapety vnitřní plastové, parapety vnější z pozinkovaného plechu poplastovaného.

#### Výlez na střeche

Typ Velux CXP 1180x1180mm (plast), ručně ovládaný, otevírání do 60°, ochranná polykarbonátová kopule.

#### **3.4.14 Klempířské výrobky**

- Oplechování atiky, pozinkovaný plech tl. 0,8mm poplastovaný, rozvinutá šířka 770mm, příponka z pásové oceli, kotevní šrouby, délka 63bm
- Vnější parapety oken, pozinkovaný plech tl. 0,8mm, poplastovaný, rozvinutá šířka 260mm

#### **3.4.15 Zámečnické výrobky**

- Kovové schodišťové zábradlí trubkové délka 15,6m
- Kovové zábradlí trubkové před vchodem do budovy pod přístřeškem délka 5.4m
- Kovový žebřík k výlezu na střeche ve 3.NP v pravém skladu

#### **3.4.15 Ostatní**

Ostatní konstrukce, materiály a výrobky včetně okolních staveb jako např. anglické dvorky, obrubníky, zámkovou dlažbu, sanitární keramiku, stolařské výrobky, parkoviště atp. tato bakalářská práce neřeší.

#### **3.5 Stavební fyzika - tepelná technika, osvětlení, oslunění, akustika/hluk, vibrace - popis řešení, výpis použitých norem**

Stavební konstrukce vyhovují požadavkům normy ČSN 73 0540 - Tepelná ochrana budov. Ostatní stavební fyziku tato bakalářská práce neřeší.

## **4 Návrh zastřešení zadané budovy**

Na zastřešení zadané budovy jsem navrhl plochou střechu nepochůznou. Nosná střešní konstrukce bude, jak pro střechu pro klasickou výstavbu, tak pro střechu pro nízkoenergetické stavby, stejná (liší se u střechy pro nízkoenergetické stavby jednou vrstvou zdiva navíc v atice).

### **4.1 Návrh nosné střešní konstrukce**

Při návrhu nosné střešní konstrukce jsem postupoval podle ČSN 731901 navrhování střech - základní ustanovení.

Nosnou střešní konstrukci jsem navrhl z keramickobetonového systému Porotherm strop tvořeným cihelnými vložkami MIAKO 19/62,5 PTH a 19/50 PTH a keramobetonovými stropními POT nosníky, s různou délkou, vyztuženými svařovanou prostorovou výztuží celkové tloušťky 250mm. Použit je systém s roztečí nosníků 625mm. Nosníky musí být uloženy na nosné zdi s minimálním přesahem 125mm. Před pokládáním nosníků a vložek na zdivo bude celý styčný pruh podložen těžkým asfaltovým pásem (mimo tepelné izolace vnějšího věnce). Betonová vrstva stropu bude z betonu C 20/25 měkké konzistence o tl. 60mm. Před betonováním bude v celé ploše položena výztuž z KARI sítě 100x100x6mm umístěné u horní hrany stropu s dodržáním minimálního krytí 25mm. Taktéž bude uložena výztuž pozedních věnců, jak vnějších, tak vnitřních. Vytvoření prostupů pro 4 střešní vpusti a jednoho výlezu na střechu se provede bedněním a dobetonávkou k POT nosníkům a vložkám MIAKO. Ve výkresové dokumentaci je výkres střešních dílců, podle nějž bude Porotherm strop proveden. Na Porotherm strop se po dostatečném vytužení betonové směsi provede nadezdívka z cihel Porotherm 50 T Profi, která bude tvořit atiku.

Součástí této bakalářské práce je technologický postup pro realizaci střechy, kde je Porotherm strop a jeho montáž popsán podrobněji.



## 4.2 Návrh střešního pláště pro klasickou výstavbu

Při návrhu střešního pláště pro klasickou výstavbu jsem se rozhodl pro systém KVK Puzzle firmy KVK Parabit, a.s.

### 4.2.1 Popis systému KVK Puzzle

Jedná se o systémové řešení skladby střešního pláště pro různé typy nosné konstrukce, podkladu, kde je spádování střechy řešeno pomocí vrstvy tepelné izolace z desek EPS se spádem 2%. Skladba střechy obsahuje parozábranu, dvě vrstvy EPS a vrchní dvouvrstvou hydroizolaci z SBS modifikovaných asfaltových pásů.

Jednotlivé desky tepelné izolace z EPS jsou na podklad a mezi sebou lepeny PU lepidlem. Jako podkladní hydroizolační vrstva střechy je použit samolepící asfaltový pás, který se aplikuje přímo na desky z EPS a zkrátí tím čas pro zajištění střechy proti případnému zatečení. Žádnou vrstvu ve skladbě střechy není nutné stabilizovat pomocí mechanického kotvení do nosného podkladu (přes parozábranu) a výrazně se tím zvýší účinnost parozábrany, která není narušena. Při pokládce samolepících asfaltových pásů se kromě oblastí příčných přesahů nepoužívá hořák, a proto je riziko poškození pěnového polystyrenu minimální.

Zateplení střechy tvoří spodní vrstva rovných desek EPS a horní vrstva spádových desek EPS. Pro správnou pokládku spádových desek je potřeba postupovat dle kladečského plánu, který vám firma KVK Parabit, a.s. zpracuje zdarma. Kladečský plán je navrhován tak, aby následná pokládka byla co nejjednodušší, s minimálním prořezem materiálu. Součástí plánu je uvedení konečné spotřeby spádových a rovných desek. Je výhodné pokládat desky z EPS (rovné a spádové) ve dvou vrstvách tak, aby byly co nejvíce prostřídány spáry u desek mezi jednotlivými vrstvami a zamezilo se tak případným tepelným mostům.

#### Skladba pláště (svrchu):

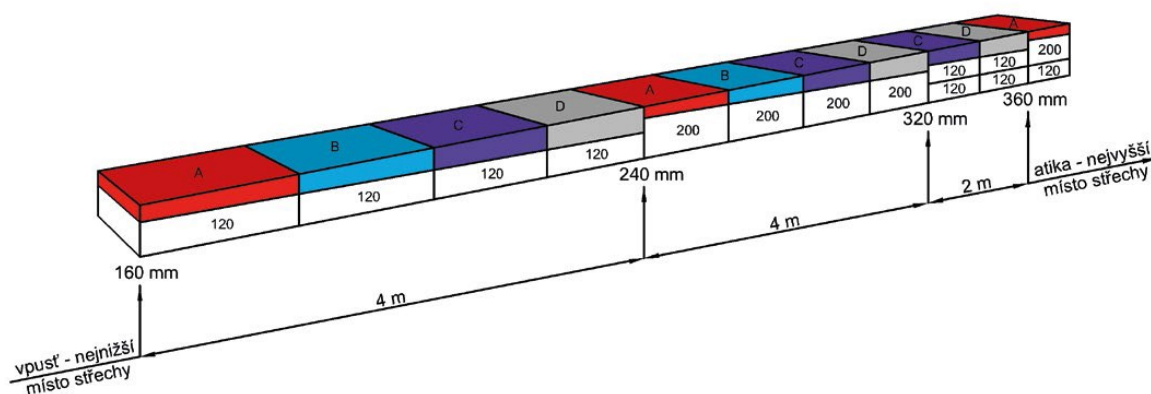
- Asf. modifikovaný pás Elastodek 40 special dekor, tl. 4,2mm
- Spodní asf. pás samolepící Paraelast FIX PE, tl. 2,8mm

- Tepelná izolace EPS 100 KVK - vrchní spádové desky, různé tloušťky
- Tepelná izolace EPS 70 - spodní rovné desky, různé tloušťky
- Natavitelný asf. pás Sklodek 40 standard mineral, tl. 4mm
- ALP - asfaltový lak penetrační
- Železobetonová nosná střešní konstrukce

#### Kladení rovných a spádových desek EPS

- Spádové klíny - Používají se pro účely vytvoření požadovaného spádu ploché střechy. U skladby střechy proto není potřeba provádět další spádovou vrstvu pomocí betonové mazaniny, lehčených betonů nebo jiným způsobem. Použitím spádových desek z EPS 100 o rozměrech 1x1m je provedena zároveň jak spádová, tak tepelně izolační vrstva. Spád desek je 2%. Pro vytvoření spádu se používají 4 druhy spádových desek označených písmeny a barvou viz. obr. č.1:
  - desky A - tloušťky 40-60mm, červené
  - desky B - tloušťky 60-80mm, modré
  - desky C - tloušťky 80-100mm, fialové
  - desky D - tloušťky 100-120mm, šedé
- Rovné desky - Ve skladbách střech se používají jako tepelná izolace v kombinaci se spádovými deskami. Nejčastěji se desky z EPS o rozměrech 1x1m pokládají ve dvou vrstvách (rovné a spádové), aby byly prostřídány spáry a zamezilo se tak případným tepelným mostům. Pokládají se také ve třech vrstvách. Pro vytvoření tepelné izolace se používají 3 druhy rovných desek označených barvou viz. obr. č. 1:
  - střešní vpust' - EPS 100 tloušťka 150mm, černá
  - plocha střechy - EPS 70 tloušťka 120 a 200mm, zelená

- Výškové schéma kladení vrstev spádových klínů a rovných desek v ploše střechy:



Obr. 1

- Atikové (náběhové) klíny - U plochých střech je doplňkem pro asfaltové hydroizolační pásy v místech přechodu vodorovné části a napojení na svislé konstrukce (atika, svislé konstrukce, střešní prostupy, komíny apod.). Klín o rozměrech 50x50x1000mm zajišťuje rovnoměrný přechod asfaltového pásu (nedojde k jeho zlomení) a také rychlý odtok vody z místa přechodu dále do plochy střechy
- Rozháněcí deska (klín) - případě výskytu vodorovného úžlabí se používají na plochých střechách rozháněcí desky (klíny) o rozměrech 1x1m a tloušťce 5-40mm, které zabrání hromadění vody např. za komíny, světlíky, VZT aj.

#### 4.2.2 Návrh odvodnění střechy systémem KVK Puzzle

Navržené odvodnění ploché střechy systémem KVK Puzzle je nejlépe viditelné ve výkresové dokumentaci na výkrese Půdorys střechy systém KVK Puzzle.

Skladba materiálu střešního pláště byla dodržena viz. výpis výše.

Nad prostupy pro střešní vpusti jsem navrhl rovnou desku EPS tloušťky 150mm. Stejně desky pokračují dvěma odtokovými žlaby mezi bližšími a vzdálenějšími střešními vpustmi. Odtokové žlaby jsou vyspádovány rozháněcími klíny o sklonu 0,5% k jednotlivým střešním vpustím dle výkresu. Na desky 150mm navazují rovné desky o tloušťce 120mm se spádovými klíny tloušťky 80-100mm z důvodu vytvoření dostatečně hlubokého odtokového

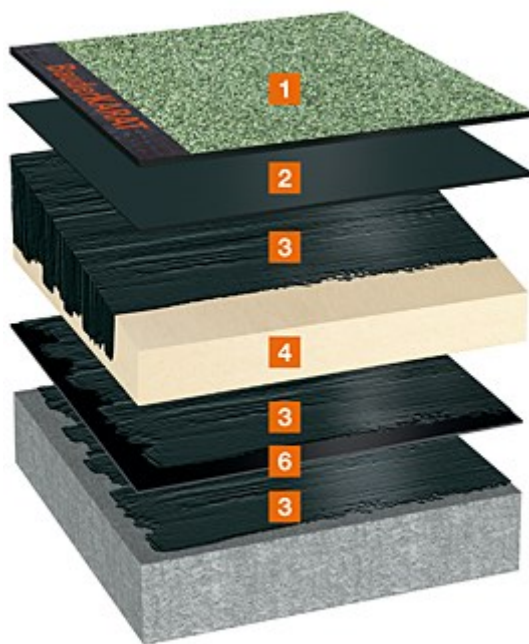
žlabu. Možnost takto použít systém KVK Puzzle byl konzultován s technikem firmy KVK Parabit. Od rovných desek o tloušťce 120mm se spádovými klíny 80-100mm už pokračuje tepelná izolace EPS systému Puzzle tak, jak byla výše popsána. Jednotlivé rozměry, tvary a výšky jsou patrné z výkresu Půdorys střechy systém KVK Puzzle.

#### **4.3 Návrh střešního pláště pro nízkoenergetické stavby**

Při návrhu střešního pláště pro nízkoenergetické stavby jsem se rozhodl pro systém Bauder PIR Kompakt firmy Bauder s.r.o. Pro střešní plášť Bauder PIR Kompakt je potřeba na nosné konstrukci střechy vytvořit spádovou vrstvu. Navrhl jsem vytvořit spádovou vrstvu z Polystyrenbetonu z Ekostyrenu firmy Ekostyren s.r.o.

#### 4.3.1 Popis systému Bauder PIR Kompakt

Skladba na beton střešního pláště Bauder PIR Kompaktní střechy je systém pro ploché střechy, u kterého jsou hydroizolační vrstvy a tepelná izolace s podkladem kompaktně slepené horkým asfaltem viz. obr. č. 2.



Obr. 2

##### Skladba pláště (svrchu):

- Bauder KARAT - TOP - asfaltový SBS natavitelný pás jako vrchní hydroizolační vrstva, tl. 5,2mm
- Bauder Kompakt ULK - asfaltový SBS modifikovaný střešní izolační pás pro systém Bauder PIR Kompakt jako 2. hydroizolační vrstva do litého asfaltu, tl. 3mm
- Lepící vrstva horkého asfaltu
- Bauder PIR Kompakt - Speciální Bauder PIR rovné izolační desky pro kompaktní celolepenou skladbu, lepení do horkého asfaltu, rozměry desek 600x600mm a tloušťka 160mm
- Lepící vrstva horkého asfaltu
- Bauder Kompakt DSK - Speciální asfaltová SBS modifikována parozábrana pro system Bauder PIR Kompakt pro lepení do horkého asfaltu, hliníková nosná vložka, tl. 2,5mm

- Lepicí vrstva horkého asfaltu
- Penetrační lak Bauder Burkolit V - asfaltový penetrační lak na bázi rozpouštědel (není vhodný pro vnitřní použití)

Firma Bauder s.r.o. na požádání zpracuje kladečský plán tepelné izolace pro zadanou střechu.

#### **4.3.2 Spádová vrstva z polystyrenbetonu**

Navrhl jsem spádovou vrstvu o sklonu 3% z polystyrenbetonu firmy Ekostyren s.r.o. Polystyrenbeton je vylehčený beton přidavkem speciálně upravené drti pěnového polystyrenu. Pro vytváření spádových vrstev nepochůzných plochých střech se používá polystyrenbetonu o objemové hmotnosti  $350\text{kg/m}^3$ .

Rozměrové, tvarové a výškové uspořádání spádových vrstev střechy je nejlépe viditelné z výkresové dokumentace a to z výkresů Půdorys střechy systém Bauder PIR Kompakt a Detail - atika, systém Bauder PIR Kompakt.

Detailněji je spádová vrstva popsána v části Technologický postup pro realizaci střechy této bakalářské práce.

#### **4.3.3 Návrh odvodnění střechy systémem Bauder PIR Kompakt**

Navržené odvodnění ploché střechy systémem Bauder PIR Kompakt je nejlépe viditelné ve výkresové dokumentaci na výkrese Půdorys střechy systém Bauder PIR Kompakt.

Skladba materiálu střešního pláště byla dodržena viz. výpis výše.

Nad prostupy pro 4 střešní vpusti jsem navrhl čtvercovou rovnou vrstvu z polystyrenbetonu o tloušťce 50mm a rozměrech 600x600mm (rozměry PIR desek) z důvodu celistvosti polystyrenbetonové vrstvy na celé nosné konstrukci střechy. Hned za těmito

rozměry se polystyrenbetonová vrstva zvyšuje o 30mm a vytváří tak záchytný žlábek pro přitékající vodu u střešních vpustí.

Od výše uvedeného zvýšení se střešní roviny zvedají v různě velkých spádových vrstvách vytvořených polystyrenbetonem k okraji střechy k atice. Velikosti spádů jednotlivých střešních rovin od atiky ke střešním vpustím zobrazuje výkres Půdorys střechy systém Bauder PIR Kompakt. Jednotlivé vrstvy z polystyrenbetonu střešních rovin jsou na atice ukončeny ve stejné výšce 245mm.

Na vrstvu polystyrenbetonu se provede souvrství střešního pláště systému Bauder PIR Kompakt, dle výše popsané skladby střešního pláště.

Jednotlivé rozměry, tvary a výšky jsou patrné z výkresu Půdorys střechy systém Bauder PIR Kompakt.

Detailněji je provedení střešního pláště popsáno v části Technologický postup pro realizaci střechy této bakalářské práce.

## 5 Tepelně technické posouzení variant zastřešení

Tepelně technické posouzení jednotlivých variant zastřešení objektu jsem provedl softwarem firmy K-CAD s.r.o. Svoboda Software, konkrétně programy Teplo 2011 a Area 2011 a podle ČSN 73 0540-2.

### 5.1 Tepelně technické posouzení varianty střechy pro klasickou výstavbu

Tepelně technické posouzení se provede pro nosnou střešní konstrukci a pro střešní plášť systému KVK Puzzle.

#### 5.1.1 Tepelně technické posouzení střechy u střešních vpustí

Vrstvy nosné konstrukce střechy a střešního pláště byly zadány do programu Teplo 2011. Tepelná izolace z EPS 100 má u střešních vpustí tloušťku 150mm. Výpočet je proveden programem Teplo 2011. Protokol výpočtu a rozložení tlaků vodní páry, teplot a relativní vlhkosti v typickém místě konstrukce jsou přílohou A 1.1.1 této bakalářské práce.

##### Výsledky tepelně technického posouzení (TI 150mm):

- $U = 0,225 \text{ W/m}^2\text{K}$  ( $U_N = 0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$ ,  $U \leq U_N$  - vyhovuje)
- $f_{Rsi} = 0,946$  ( $f_{Rsi,N} = 0,744$ ,  $f_{Rsi} \geq f_{Rsi,N}$  - vyhovuje)
- $M_{c,a} = 0,006 \text{ kg/m}^2\text{a}$  ( $M_{c,N} = 0,1 \text{ kg/m}^2\text{a}$ , nebo 3% plošné hmotnosti materiálu v němž dochází ke kondenzaci,  $M_{c,a} \leq M_{c,N}$  - vyhovuje)
- $M_{ev,a} = 0,017 \text{ kg/m}^2\text{a}$  ( $M_{c,a} \leq M_{ev,a}$  - vyhovuje)

#### 5.1.2 Tepelně technické posouzení střechy s nejvyšší tloušťkou TI u atiky (TI 300mm)

Vrstvy nosné konstrukce střechy a střešního pláště byly zadány do programu Teplo 2011. Tepelná izolace z EPS 70 a 100 má u atiky tloušťku 300mm. Výpočet je proveden programem Teplo 2011. Protokol výpočtu a rozložení tlaků vodní páry, teplot a relativní vlhkosti v typickém místě konstrukce jsou přílohou A 1.1.2 této bakalářské práce.



#### Výsledky tepelně technického posouzení (TI 300mm):

- $U = 0,119 \text{ W/m}^2\text{K}$  ( $U_N = 0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$ ,  $U \leq U_N$  - vyhovuje)
- $f_{Rsi} = 0,971$  ( $f_{Rsi,N} = 0,744$ ,  $f_{Rsi} \geq f_{Rsi,N}$  - vyhovuje)
- $M_{c,a} = 0,006 \text{ kg/m}^2\text{a}$  ( $M_{c,N} = 0,1 \text{ kg/m}^2\text{a}$ , nebo 3% plošné hmotnosti materiálu v němž dochází ke kondenzaci,  $M_{c,a} \leq M_{c,N}$  - vyhovuje)
- $M_{ev,a} = 0,016 \text{ kg/m}^2\text{a}$  ( $M_{c,a} \leq M_{ev,a}$  - vyhovuje)

#### **5.1.3 Výsledné tepelně technické posouzení střechy pro klasickou výstavbu**

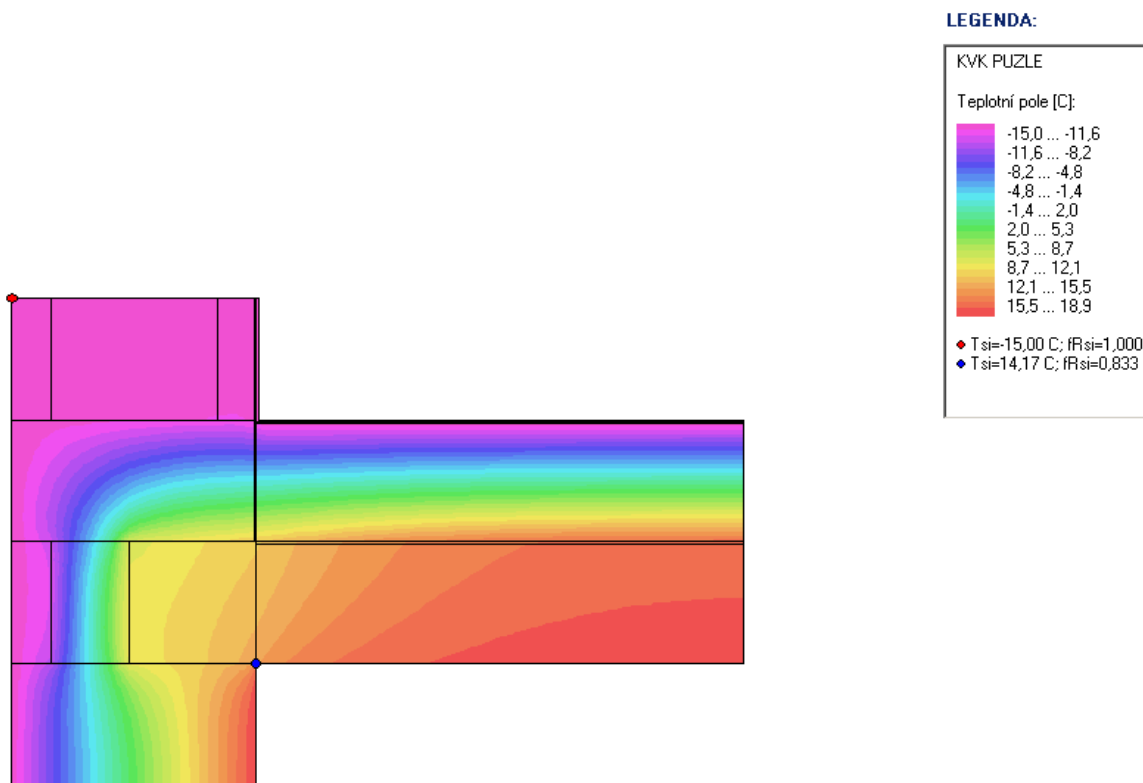
- $U = (0,225 + 0,119)/2 = 0,172 \text{ W/m}^2\text{K}$  ( $U_N = 0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$ ,  $U \leq U_N$  - vyhovuje)  
 $U$  - vyhovuje požadovaným hodnotám, nevyhovuje doporučeným hodnotám ( $U_{rec,20} = 0,16 \text{ W/m}^2\text{K}$ )
- $f_{Rsi} = (0,946 + 0,971)/2 = 0,959$  ( $f_{Rsi,N} = 0,744$ ,  $f_{Rsi} \geq f_{Rsi,N}$  - vyhovuje)
- $M_{c,a} = 0,006 \text{ kg/m}^2\text{a}$  ( $M_{c,N} = 0,1 \text{ kg/m}^2\text{a}$ , nebo 3% plošné hmotnosti materiálu v němž dochází ke kondenzaci,  $M_{c,a} \leq M_{c,N}$  - vyhovuje)
- $M_{ev,a} = (0,017 + 0,016)/2 = 0,0165 \text{ kg/m}^2\text{a}$  ( $M_{c,a} \leq M_{ev,a}$  - vyhovuje)

#### **5.1.4 Tepelně technické posouzení styku vnější stěny se střechou**

Vrstvy vnější stěny a nosné konstrukce střechy a střešního pláště byly zadány do programu Area 2011. Tepelná izolace z EPS 100 a 70 má v minimální tloušťce u atiky výšku 239mm, což lze vidět na výkrese Detail - atika systém KVK Puzzle. Výpočet je proveden programem Area 2011. Protokol výpočtu je přílohou A 1.1.3 této bakalářské práce.

#### Výsledky tepelně technického posouzení Area 2011:

- $f_{Rsi} = 0,833$  ( $f_{Rsi,N} = 0,744$ ,  $f_{Rsi} \geq f_{Rsi,N}$  - vyhovuje), což odpovídá vnitřní povrchové teplotě  $T_{si} = 14,17^\circ\text{C}$  viz. obr. č. 3
- Ke kondenzaci vodní páry nedochází



Obr. 3

## 5.2 Tepelně technické posouzení varianty střechy pro nízkoenergetické stavby

Tepelně technické posouzení se provede pro nosnou střešní konstrukci, pro spádovou vrstvu a pro střešní plášť systému Bauder PIR Kompakt.

### 5.2.1 Tepelně technické posouzení střechy u střešních vpustí

Vrstvy nosné konstrukce střechy, spádové vrstvy a střešního pláště u střešních vpustí byly zadány do programu Teplo 2011. Spádová vrstva z polystyrenbetonu u střešní vpusti má tloušťku 50mm. Výpočet je proveden programem Teplo 2011. Protokol výpočtu a rozložení tlaků vodní páry, teplot a relativní vlhkosti v typickém místě konstrukce jsou přílohou A 1.2.1 této bakalářské práce.

Výsledky tepelně technického posouzení (Spádová vrstva 50mm):

- $U = 0,130 \text{ W/m}^2\text{K}$  ( $U_N = 0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$ ,  $U \leq U_N$  - vyhovuje)
- $f_{Rsi} = 0,968$  ( $f_{Rsi,N} = 0,744$ ,  $f_{Rsi} \geq f_{Rsi,N}$  - vyhovuje)
- $M_{c,a} = 0,000 \text{ kg/m}^2\text{a}$  ( $M_{c,N} = 0,1 \text{ kg/m}^2\text{a}$ , nebo 3% plošné hmotnosti materiálu v němž dochází ke kondenzaci,  $M_{c,a} \leq M_{c,N}$  - vyhovuje)

### 5.2.2 Tepelně technické posouzení střechy u atiky

Vrstvy nosné konstrukce střechy, spádové vrstvy a střešního pláště byly zadány do programu Teplo 2011. Spádová vrstva u atiky má tloušťku 245mm. Výpočet je proveden programem Teplo 2011. Protokol výpočtu a rozložení tlaků vodní páry, teplot a relativní vlhkosti v typickém místě konstrukce jsou přílohou A 1.2.2 této bakalářské práce.

Výsledky tepelně technického posouzení (Spádová vrstva 245mm):

- $U = 0,100 \text{ W/m}^2\text{K}$  ( $U_N = 0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$ ,  $U \leq U_N$  - vyhovuje)
- $f_{Rsi} = 0,975$  ( $f_{Rsi,N} = 0,744$ ,  $f_{Rsi} \geq f_{Rsi,N}$  - vyhovuje)
- $M_{c,a} = 0,003 \text{ kg/m}^2\text{a}$  ( $M_{c,N} = 0,1 \text{ kg/m}^2\text{a}$ , nebo 3% plošné hmotnosti materiálu v němž dochází ke kondenzaci,  $M_{c,a} \leq M_{c,N}$  - vyhovuje)
- $M_{ev,a} = 0,010 \text{ kg/m}^2\text{a}$  ( $M_{c,a} \leq M_{ev,a}$  - vyhovuje)

### 5.2.3 Výsledné tepelně technické posouzení střechy pro nízkoenergetické stavby

- $U = (0,130 + 0,100)/2 = 0,115 \text{ W/m}^2\text{K}$  ( $U_N = 0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$ ,  $U \leq U_N$  - vyhovuje)  
 $U$  - vyhovuje doporučeným hodnotám pro pasivní budovy ( $U_{pas,20} = 0,15\text{--}0,10 \text{ W/m}^2\text{K}$ )
- $f_{Rsi} = (0,968 + 0,975)/2 = 0,972$  ( $f_{Rsi,N} = 0,744$ ,  $f_{Rsi} \geq f_{Rsi,N}$  - vyhovuje)
- $M_{c,a} = (0,000 + 0,003)/2 = 0,0015 \text{ kg/m}^2\text{a}$  ( $M_{c,N} = 0,1 \text{ kg/m}^2\text{a}$ , nebo 3% plošné hmotnosti materiálu v němž dochází ke kondenzaci,  $M_{c,a} \leq M_{c,N}$  - vyhovuje)
- $M_{ev,a} = 0,010 \text{ kg/m}^2\text{a}$  ( $M_{c,a} \leq M_{ev,a}$  - vyhovuje)

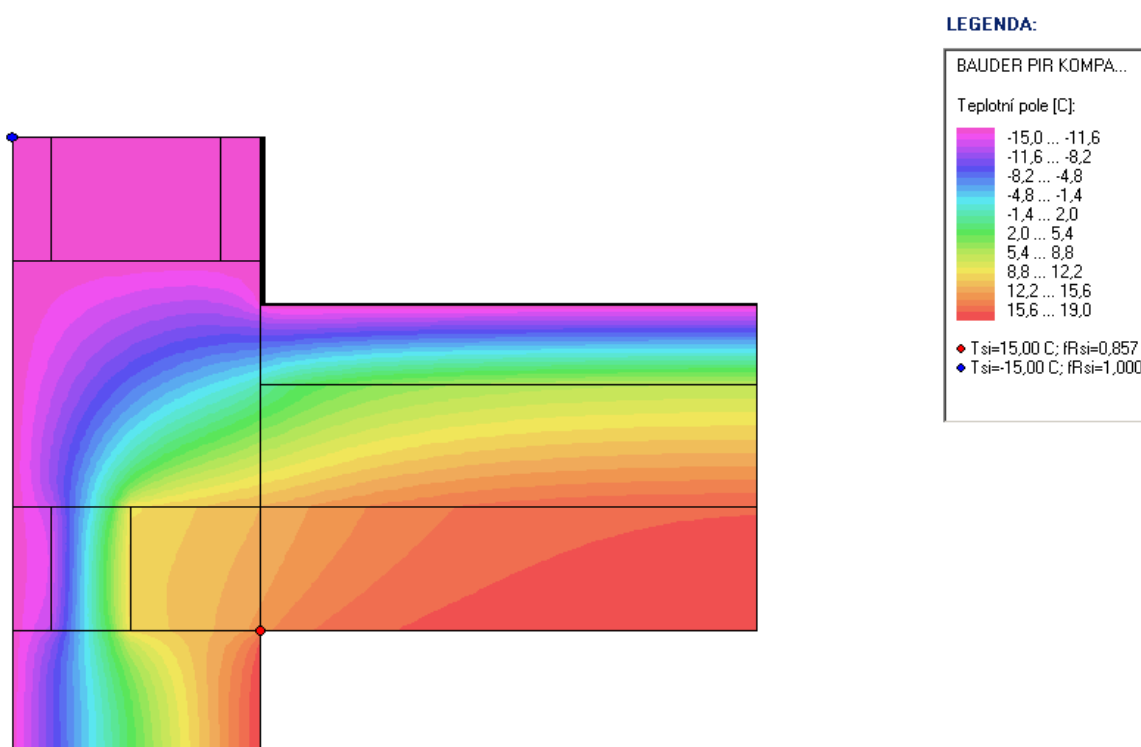
### 5.2.4 Tepelně technické posouzení styku vnější stěny se střechou

Vrstvy vnější stěny, spádové vrstvy a nosné konstrukce střechy a střešního pláště byly zadány do programu Area 2011. Spádová vrstva má u atiky výšku 245mm, což lze vidět

na výkrese Detail - atika systém Bauder PIR Kompakt. Výpočet je proveden programem Area 2011. Protokol výpočtu je přílohou A 1.2.3 této bakalářské práce.

Výsledky tepelně technického posouzení Area 2011:

- $f_{Rsi} = 0,857$  ( $f_{Rsi,N} = 0,744$ ,  $f_{Rsi} \geq f_{Rsi,N}$  - vyhovuje), což odpovídá vnitřní povrchové teplotě  $T_{si} = 15^{\circ}\text{C}$  viz. obr. č. 4
- Ke kondenzaci vodní páry nedochází



Obr. 4

## **6 Finanční porovnání variant střech pro klasickou výstavbu a pro nízkoenergetické stavby**

Finanční porovnání variant střech pro klasickou výstavbu a pro nízkoenergetické stavby je provedeno v programu BUILD Power S firmy RTS, a.s.

U jednotlivých střech jsem finančně porovnával pouze položky, které mají obě varianty střech rozdílné. V podstatě se jedná o střešní plášť, spádovou vrstvu a jednu vrstvu cihel navíc u střechy pro nízkoenergetické stavby.

Společné položky oběma variantám střech jako jsou nosná střešní konstrukce, střešní vpusti, oplechování atiky, výlez na střechu atp. jsem do finančního porovnání nezapočítal. Tyto položky budou uvedeny v položkovém rozpočtu stavebních prací pro zadanou budovu, který je součástí této bakalářské práce.

### **6.1 Položkový rozpočet varianty střechy pro klasickou výstavbu**

Položkový rozpočet varianty střechy pro klasickou výstavbu je přílohou B 1 mezi výkresovou dokumentací této bakalářské práce.

Celková cena stavby varianty střechy pro klasickou výstavbu je 401 834Kč (slovy: „čtyřistajednatisícosemsetřicetčtyři“ korun českých)

### **6.2 Položkový rozpočet varianty střechy pro nízkoenergetické stavby**

Položkový rozpočet varianty střechy pro nízkoenergetické stavby je přílohou B 2 mezi výkresovou dokumentací této bakalářské práce.

Celková cena stavby varianty střechy pro nízkoenergetické stavby je 663 380Kč (slovy: „šestsetšedesátřítisícetřistaosmdesát“ korun českých)

### **6.3 Finanční porovnání variantního řešení střechy pro klasickou výstavbu a pro nízkoenergetické stavby**

#### Finanční porovnání:

- Cena střechy pro klasickou výstavbu: 401 834Kč
- Cena střechy pro nízkoenergetické stavby: 663 380Kč
- Rozdíl cen:  $663\,380 - 401\,834 = 261\,546\text{Kč}$

Střecha pro nízkoenergetickou výstavbu je o 261 546Kč dražší.

## 7 Celkové porovnání variantního řešení střechy pro klasickou výstavbu a pro nízkoenergetické stavby

Pro celkové porovnání variantního řešení střechy pro klasickou výstavbu a pro nízkoenergetické stavby jsem připravil tabulku, která přehledně ukazuje vybrané hodnoty. Na základě těchto hodnot provedu doporučení vhodnější střechy.

Celkové porovnání variantního řešení střech					
Porovnání	střecha klas. výstavba	střecha nízkoener. stavby	požadované hodnoty	$U_{rec,20}$ doporuč.	$U_{pas,20}$ pasivní
$U$ ( $W/m^2K$ )	0,172	0,115	0,24	0,16	0,15-0,10
$f_{Rsi}$	0,959	0,972	0,744	-	-
kondenzace vodních par ( $kg/m^2a$ )	0,006	0,0015	0,1	-	-
cena (Kč)	401 834	663 380	-	-	-
cena objektu (Kč)	10 591 086		-	-	-
% z ceny objektu	3,70%	6,30%	-	-	-
rozdíl cen (Kč)	-	261 546	-	-	-
% rozdíl cen z ceny objektu	-	2,50%	-	-	-

Tab. 1

**Na základě výsledných hodnot z porovnání variantního řešení střech doporučuji jako vhodnější střechu pro nízkoenergetické stavby - systém Bauder PIR Kompakt.**

### Zdůvodnění:

Střecha pro nízkoenergetické stavby vykazuje hodnotu součinitele prostupu tepla vhodnou pro pasivní domy, na rozdíl od druhé střechy, která nedosahuje ani doporučených hodnot. Ve střechě pro nízkoenergetické stavby také dochází k menší kondenzaci vodních par, než ve střechě pro klasickou výstavbu. I když je cena vybrané střechy vyšší, tvoří rozdíl cen vzhledem k celkové ceně stavby pouze 2,5%. A pokud by v budoucnu došlo k nějaké

rozsáhlejší rekonstrukci stavby, mohl by se na základě nových norem nebo předpisů objevit požadavek na doplnění tepelné izolace na požadované hodnoty, čemuž je jistě lepší předejít dostatečným zateplením při stavbě objektu.

## **8 Časový plán stavby ve formě řádkového harmonogramu pro zadanou budovu**

Časový plán stavby ve formě řádkového harmonogramu pro zadanou budovu je přílohou C této bakalářské práce zařazený u výkresové dokumentace

## **9 Položkový rozpočet stavebních prací pro zadanou budovu**

Položkový rozpočet stavebních prací pro zadanou budovu je přílohou B 3 této bakalářské práce zařazený u výkresové dokumentace.



## 10 Technologický postup pro realizaci střechy

### 10.1 Technologický postup pro realizaci nosné střešní konstrukce

#### Připravenost staveniště

Na staveništi bylo před samotným zahájením stavby vybudováno zařízení staveniště. Kolem staveniště je postaven ocelový plot o výšce 2m. Staveništní komunikace byla vybudována z jednotlivých železobetonových panelů vyskládaných vedle sebe. Na staveništi se dále nachází sociální zařízení pro pracovníky a různé druhy skladovacích ploch dle potřeb plánovaných stavebních materiálů. Dodávky jednotlivých energií jsou zajištěny stavebními přípojkami inženýrských sítí.

#### Převzetí stavby

Zastřešení budovy bude provádět stejná stavební firma, která prováděla zdění nosných i nenosných zdí objektu. Před zahájením stavebních prací na nosné střešní konstrukci bude provedena kontrola vyzděných zdí, na které se bude ukládat Porothers strop. O provedené kontrole se provede záznam do stavebního deníku.

#### Materiál pro montáž

Stropní nosníky POT 175/902 - jedná se o keramobetonové stropní nosníky vyztužené svařovanou prostorovou výztuží. Základ je tvořen cihelnými tvarovkami 160x60x250mm betonovou směsí C25/30 s výztuží BSt 500M. Výpis jednotlivých nosníků je na výkresu střešních dílců.

Stropní vložky MIAKO - pro stropní konstrukci budou použity cihelné stropní tvarovky MIAKO 19/62,5 PTH a 19/50 PTH jejichž umístění je také patrné z výkresu střešních dílců

Věncovky VT 8, které budou vyzděny po obvodu střechy.

Nadbetonování stropní konstrukce betonovou směsí s ocelovou výztuží

Nadbetonávka stropní konstrukce bude provedena z betonu C25/30, tím dojde ke spojení jednotlivých stropních konstrukcí. Tloušťka stropu je 250mm

Železáři dodají připravené armokoše k zalití betonem do pozedních věnců.

#### Doprava materiálu

Primární doprava – mimostaveništní

Materiál se bude na staveništi vozit nákladními automobily po veřejných komunikacích. Vyložení nákladu bude zajištěno staveništním jeřábem. Zásobování bude probíhat podle potřeby.

#### Sekundární doprava – staveništní

Doprava materiálu po staveništi bude zajištěna pomocí jeřábu Liebherr 34K s maximálním dosahem ramene 33m. Drobný materiál se bude rozvážet stavebními kolečky.

#### Skladování materiálu

Všechny materiály se budou na staveništi skladovat na určených místech. Ocelové pruty a kari sítě pro vyztužení betonových konstrukcí budou ukládány na skládky výztuže. Stropní nosníky budou prokládány dřevěnými hranoly rozměrů 40 x 20mm nejvýše po 500mm od konců nosníků. Suché maltové směsi a drobný materiál bude uskladněn v uzamykatelných skladech. Stropní vložky MIAKO jsou dodávány zafóliované na paletách.

#### Personální obsazení

Hlavní zedník - mistr, osobně dohlíží na provádění zděných prací

Zedník - 3, osoby s požadovanou kvalifikací provádějí odborné práce spojené s vyzdíváním

Pomocní pracovníci - 6, pracovníci provádějící pomocné práce

Obsluha jeřábu - 2, osoba vlastní profesní průkaz potřebné skupiny umožňující obsluhu jeřábu a vazač také s průkazem vazače

Všichni pracovníci budou seznámeni s bezpečnostními předpisy na staveništi a stvrdí to svým podpisem.

#### Pracovní podmínky

Zdění a betonování bude probíhat pouze za příznivých klimatických podmínek, bez dešťových srážek a za dobré viditelnosti. Teplota by neměla klesnout pod +5°C, pokud to nastane je nutno přijmout potřebná opatření. V případě překročení teploty přes + 30°C se musí cihelné tvarovky před osazením namáčet. Po dobu déle trvajících dešťů je nutno poslední již vyzděnou vrstvu zdiva zakrýt.

### Nářadí

K rozmíchání suchých maltových směsí bude použito elektrické míchadlo. Ruční nářadí: zednické lžíce, maltovník, fanky, zednická kladiva, metr, vodováha, zednická šňůra, nivelační přístroj, lať, vyrovnávací soustava pro založení první vrstvy zdiva, olovnice, stavební kolečka, pila na řezání cihel.

### Pracovní postup

- a) osazení stropních nosníků
- b) vyzdívka věncovek VT 8 po obvodu budovy
- c) osazení stropních vložek
- d) betonáž stropní konstrukce

- a) osazení stropních nosníků

Stropní nosníky se ukládají na nosné zdivo do cementové malty v osové vzdálenosti 625mm. Délka uložení nosníku na každé straně je min. 125 mm. Nosníky se při ukládání na nosné stěny musí podepřít, je-li osová vzdálenost stěn větší než 1,8m Podrobné umístění stropních nosníků je uvedeno na výkrese střešních dílců.

- b) vyzdívka věncovek VT 8 po obvodu budovy

Po uložení stropních nosníků na těžký asfaltový pás do lože z cementové malty na vnitřní část obvodového zdiva se nadezdí k vnějšímu líci tohoto zdiva jedna vrstva věncovek. Z vnitřní strany věncovky se přiloží pás izolantu, který se u věncovek přidrží maltou. Do zbývajících prostoru mezi věncovkou a stropní konstrukcí se vloží výztuž pozedního věnce a celá stropní konstrukce se po vyskládání stropních vložek zalije betonem tak, aby byla výztuž kryta min. 20mm.

- c) osazení stropních vložek

Stropní vložky MIAKO se kladou na sucho na horní hranu stropních nosníků, které jsou podepřeny. Kladení stropních vložek probíhá rovnoběžně s vnější nosnou zdí. V místě jednotlivých prostupů přes střechu se provede bednění požadovaných tvarů a při betonování se zalije betonem.

#### d) betonáž stropní konstrukce

Před betonáží stropní konstrukce musí být dokončena pokládka stropních vložek po celé délce nosníků, osazení věncovek, tepelné izolace stropní konstrukce a vyztužení věnců. Poté se vyskládaná stropní konstrukce navlhčí a pak se může betonovat. Nejdříve se betonem vyplní mezery nad nosníky mezi stropními vložkami a spolu s nimi i pozední věnce nad nosnou zdí, poté i betonová vrstva nad stropními vložkami v tloušťce 60 mm. Při betonářských pracích se používají prkna pro rozložení zatížení na více nosníků nebo vložek a zabránění deformacím ocelové části nosníků. Stropní konstrukce se betonuje v pruzích ve směru délky nosníků. Betonáž lze přerušit jen po vybetonování celého pruhu, pracovní spáru je možno vytvořit jen uprostřed stropních vložek, nikdy ne nad betonovým žebrem nad nosníkem. Po vybetonování stropní konstrukce je nutné beton dostatečně ošetřovat až do úplného zatvrdnutí. Tím se zamezí vzniku trhlin v konstrukci. Podpory nosníků je možno odstranit až po dosažení předepsané pevnosti.

#### Kontrola jakosti a kvality

Kvalita a jakost stavebního procesu se provádí kontrolu vstupní, mezioperační a výstupní. Požadavky, které musejí zděné a betonové konstrukce splňovat, jsou dány příslušnými legislativními předpisy a normami. O provedených kontrolách je nutné vést příslušnou dokumentaci.

#### a) vstupní kontrola

Při vstupní kontrole se provádí kontrola splnění předcházejícího stavebního procesu a jeho kvalita, připravenost materiálu a pracovních nástrojů pro realizaci zdění a betonování. Také se kontroluje dodržování bezpečnosti a ochrany zdraví při práci a požární ochrany. Výsledkem vstupní kontroly je předání a převzetí části díla.

#### b) kontrola mezioperační

Probíhá na základě vypracovaných kontrolních a zkušebních plánů, které stanovují způsob provádění jednotlivých kontrol během technologického procesu.

#### c) kontrola výstupní

Jedná se o kontrolu po realizaci zdění a betonování. Při výstupní kontrole se ověřuje, zda byly prováděny předešlé stupně kontrol, vlastností dodávaných materiálů, dodržení

veškerých podmínek daných projektovou dokumentací, kontrolními a zkušebními plány a legislativními předpisy. Dále se kontroluje dodržení podmínek výrobce.

### BOZP

Při práci na stavbách je potřeba dodržovat zákony, vyhlášky a nařízení vlády vztahující se k bezpečnosti a ochraně zdraví při práci.

## **10.2 Technologický postup pro realizaci spádové vrstvy na nosné střešní konstrukci**

Vzhledem k tomu, že se jedná o betonáž polystyrenbetonu, platí zde v podstatě stejné podmínky jako u technologického postupu realizace nosné střešní konstrukce. Zaměřím se proto pouze na pracovní postup.

### Pracovní postup

- a) výškové, rozměrové a tvarové rozměření pracovní plochy
- b) navlhčení podkladu
- c) vytvoření spádových pásů z polystyrenbetonu
- d) dobetonování celé plochy
- e) vytvoření dilatačních spár

- a) výškové, rozměrové a tvarové rozměření pracovní plochy

Plochu, na kterou se bude pokládat polystyren beton je potřeba důkladně rozměřit podle výkresové dokumentace. K tomu lze použít nivelační přístroj, vodováhu, laserový zaměřovač, metr, tužku, provázek aj.

- b) navlhčení podkladu

Před samotnou pokládkou polystyren betonu je potřeba povrch navlhčit. Navlhčení je potřeba provádět tak, aby na povrchu nosné střešní konstrukce nevznikaly kaluže, ale zároveň aby byl povrch před dokončením pokládky stále vlhký

#### c) vytvoření spádových pásů z polystyrenbetonu

Jako první se na povrchu nosné střešní konstrukce vytvoří betonové pásy o daných spádech široké cca 200mm a vzdálené od sebe na délku vibračních latí. Potřebné spády lze vytvořit buď za použití výškových distančníků nebo seříznutím prken o daný spád a vytvarováním betonového pásu podle seříznutého prkna. Na čela pásů přiléhajících k atice je potřeba vložit pásy tepelné izolace z minerálního skla o tloušťce 30mm, které budou sloužit jako dilatační spáry.

Dále se provede vybetonování čtverců kolem prostupů střešních vpustí o výšce 50mm a rozměrech 600x600mm.

#### d) dobetonování celé plochy

Po dokončení jednotlivých pásů ve správných spádech se postupně mezi jednotlivé pásy doplňuje polystyrenbeton od shora dolů a vibrační latí se beton zhutňuje a zároveň se udržuje potřebný spád mezi dvěma pásy polystyrenbetonu. U atiky je opět potřeba vložit před beton pás z tepelné izolace z minerálního skla.

U střešních vpustí je si třeba pomoci dřevěnými přípravky a vyrobit nad výše uvedenými čtverci zvýšení tloušťky polystyren betonu o 30mm.

#### e) vytvoření dilatačních spár

Ve spádových vrstvách ještě čerstvého polystyrenbetonu lze vytvářet dilatační spáry ostrým kovovým předmětem, nebo lze použít tenkých desek, které se po zatvrdnutí betonu odstraní. Vzájemná vzdálenost dilatačních spár by měla být cca 6m.

Dle údaje výrobce je polystyrenbetonová směs poměrně málo vlhká a beton je pochůzí druhý den po pokládce. Před montáží dalších vrstev střešního pláště, by povrch neměl být vlhčí než 10% - dá se změřit vlkoměrem.

## 10.2 Technologický postup pro realizaci střešního pláště systému Bauder PIR Kompakt

### Skladba pláště (svrchu):

- Bauder KARAT - TOP - asfaltový SBS natavitelný pás jako vrchní hydroizolační vrstva, tl. 5,2mm
- Bauder Kompakt ULK - asfaltový SBS modifikovaný střešní izolační pás pro systém Bauder PIR Kompakt jako 2. hydroizolační vrstva do litého asfaltu, tl. 3mm
- Lepicí vrstva horkého asfaltu
- Bauder PIR Kompakt - Speciální Bauder PIR rovné izolační desky pro kompaktní celolepenou skladbu, lepení do horkého asfaltu, rozměry desek 600x600mm a tloušťka 160mm
- Lepicí vrstva horkého asfaltu
- Bauder Kompakt DSK - Speciální asfaltová SBS modifikována parozábrana pro systém Bauder PIR Kompakt pro lepení do horkého asfaltu, hliníková nosná vložka, tl. 2,5mm
- Lepicí vrstva horkého asfaltu
- Penetrační lak Bauder Burkolit V - asfaltový penetrační lak na bázi rozpouštědel (není vhodný pro vnitřní použití)

### Převzetí stavby

Při převzetí stavby si přebírající firma zkontroluje připravenost pracoviště. Zkontroluje rozměry, spády a tvary spádových vrstev jako i rovinatost, kolmost a rozměrovou přesnost atiky. O provedené kontrole se provede záznam do stavebního deníku.

### Doprava a skladování

Skladování na staveništi bude zajištěno dle stanovených požadavků pro daný materiál. Nevratný obalový materiál se průběžně likviduje s ohledem na ochranu životního prostředí. Vratný obalový materiál bude odevzdán do sběrný.

### Doprava a skladování materiálu pro jednotlivé vrstvy střešního pláště

Hydroizolační asfaltové pásy se dopravují a skladují v rolích ve svislé poloze v suchých prostorech chráněných proti povětrnostním vlivům. PIR Desky se přepravují a skladují na paletách. Aby nedošlo k poškození, materiál se obalí folií. Skladování bude

v suchých prostorech chráněných proti povětrnostním vlivům. Horký asfalt je dopravován jako přívěsný vozík s vaříčem asfaltu, mísidlem a čerpadlem.

#### Převzetí materiálu

Materiály a výrobky určené k zabudování do systému musí souhlasit se specifikací a konkrétní projektovou dokumentací. Před použitím materiálů a výrobků musí být mezi zhotovitelem a zástupcem objednavatele sepsán protokol o převímce materiálů a výrobků. Materiály a výrobky se převímají jak kvantitativně, tak kvalitativně a ukládají se na vhodném místě při dodržení skladovacích podmínek. Dodávku materiálu převímá stavbyvedoucí ve spolupráci se stavebním dozorem. Stavbyvedoucí je povinen zkontrolovat při převímce zboží jeho kvalitu a množství dle dodacího listu. O převzetí dodávek materiálu se provede záznam do stavebního deníku.

#### Pracovní podmínky

S ohledem na montážníky se doporučuje pracovat do 5°C. V letních obdobích naopak pokládaný materiál měkne a může tak dojít k poškození hydroizolace. Asfaltové pásy se nesmí pokládat za silného větru a před povětrnostními vlivy je chráníme plachtovými či jinými přístřešky. Všeobecná pravidla povětrnostních podmínek pro hydroizolační pásy platí obecně pro položení všech vrstev střešního pláště.

#### Montážní práce se musí přerušit:

při větru o síle nad 10 m/s, při ztížené viditelnosti (mlha), hustý déšť nebo sněžení

#### Personální obsazení

Vedoucí čety - řídí činnost ostatních

2x Izolatéři - provádějí montáž střešního pláště

2x Pomocný dělník - přidavači izolátérům

#### Pracovní nářadí

Pěnové válečky a štětce, plynový hořák, tryska ke svářecímu přístroj, silikonový přitlačný váleček šířky 40 mm, mosazný přitlačný váleček na detaily, příklepová vrtačka, elektrická vrtačka, mosazný kartáč, izolačerský nůž, ocelová rýsovací jehla s jedním koncem zahnutým pro kontrolu svarů, nůžky, metr, pásma, vodováha ochranné kryty proti znečištění sousedních ploch, lehký válec plnitelný vodou, hrábě, rycí vidle, válec s hroty.



### Pracovní postup

Před pokládkou střešního pláště se připevní nástavce střešních vpustí na prostupy skrz střechu a osadí se střešní výlez Velux.

Bauder PIR Kompakt je systém pro ploché střechy, u kterého jsou vrstvy hydroizolace společně s tepelnou izolací a s podkladem kompaktně slepeny. Podklad musí být rovinný, neměl by být popraskaný, protože pak nedojde k bezpečnému slepení parozábrany s podkladem.

Teplota pásů, venkovní i teplota podkladu musí být přes  $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Betonovou pokrývku důkladně očistěte koštětem. Asfaltový penetrační nátěr Bauder Burkolit V naneste na suchý betonový podklad, spotřeba cca.  $0,3\text{ kg/m}^2$ . Samolepící parotěsnou zábranu Bauder Kompakt DSK celoplošně slepte horkým asfaltem s podkladem.

Během celé pokládky izolačních desek nesmí pršet a také kompletní podklad musí být suchý. Pokud budou PIR desky vlhké, nesmíte je pokládat. Vlhkost vede k vytváření bublin v izolaci. Parozábrany zalijte  $180^{\circ}\text{C}$  horkým asfaltem. Spotřeba min.  $4\text{ kg/m}^2$ , podle podkladu se ale může výrazně zvýšit.

Bauder PIR Kompakt izolační desky ponořte dvěma bočními plochami do rozlité asfaltové adhezní směsi. Je potřeba se vyhnout příčným spárám. PIR desky diagonálně posuňte, tak aby došlo k vytlačení horkého asfaltu do spár. Při větších tloušťkách desek se musí horký asfalt dolít vrchem. Než asfalt zchladne, zajistěte desky proti posunu (např. deskami s hřeby).

Přebytečný asfalt v souvislé vrstvě rozetřete po deskách další deskou. Přebytečné pojivo posypte jemným posypem. Velké nerovnosti povrchu PIR desek můžeme po pokládce vyrovnat např. vylitím nejnižších bodů horkým asfaltem nebo seškrábnutím vystouplin. Spádové a rovné klasické desky mají rozměr  $600\times 600\text{mm}$ . Povrch dělejte jen ze spádových nebo jen z rovných desek. Aby se zabránilo slepení vyteklého asfaltu, posypte jej jemným posypem.

První izolační vrstva - první spodní asfaltový pás pro izolaci staveb proti zemní vlhkosti a vodě položte do litého asfaltu. Vzájemné překrytí pásů by mělo být 8-10cm, spotřeba min.  $3\text{ kg/m}^2$ , pokládka na Bauder PIR Kompakt izolační desky. Použijte těžké navíjecí jádro. Odvíjejte izolační vrstvu tak pomalu, aby vznikla asfaltová vrstva před rolí. Pod první vrstvou nesmí zůstat žádný uzavřený vzduch. První izolaci pokládejte jednu za druhou. Izolace nesmí zmoknout. Povrchovou vlhkost na asfaltu můžete před pokládkou izolace vysušit např. hořákem. Ve svislé oblasti připojení na atice můžete jako alternativu

místo Bauder Kompakt ULK použít a při svařování jako první vrstvu zpracovat také např. Bauder FLEX K5E.

Vrchní vrstva hydroizolace - druhá izolační vrstva Bauder KARAT se celoplošně nataví na první vrstvu hydroizolace.

Provede se napojení střešních vpustí na nástavce střešních vpustí a na vrchní hydroizolaci.

Po provedení střešního pláště se zhotoví oplechování atiky.

## 11 Závěr

V bakalářské práci jsem řešil návržení střechy v zadané budově s nízkou energetickou náročností. Pro zadanou budovu jsem zpracoval technickou zprávu architektonicko-stavebního řešení a výkresovou dokumentaci, dle požadavků v zadání bakalářské práce.

Z důvodu lepšího finančního porovnání a tepelně technického posouzení střechy pro klasickou výstavbu a střechy pro nízkoenergetické stavby jsem u obou střech navrhl zastřešení plochou střechou. Nosná střešní konstrukce je ze systému Porothersm strop a je u obou typů střech v podstatě shodná až na jednu vrstvu cihel v atice navíc u střechy pro nízkoenergetické stavby.

U střechy pro klasickou výstavbu jsem se rozhodl pro střešní plášť systému KVK Puzzle firmy KVK PARABIT, a.s. a u střechy pro nízkoenergetické stavby pro střešní plášť systému Bauder PIR KOMPAKT firmy Bauder s.r.o.

U obou typů jsem navrhl odvodnění střech pro zadanou budovu a provedl jejich finanční porovnání a tepelně technické posouzení, a to jak celkové, tak i v detailu u atiky.

V sedmé kapitole jsem provedl celkové porovnání variantního řešení střechy pro klasickou výstavbu a pro nízkoenergetické stavby. Z porovnání finančních nákladů a tepelně technických vlastností jsem jako vhodnější střechu pro zastřešení zadané budovy s nízkou energetickou náročností určil střechu pro nízkoenergetické stavby. Své rozhodnutí jsem v práci zdůvodnil.

Dále jsem zpracoval časový plán stavby ve formě řádkového harmonogramu pro zadanou budovu, položkový rozpočet stavebních prací pro zadanou budovu a technologický postup pro realizaci střechy.

## 12 Seznam použité literatury

### Literatura:

- [1] CHALOUPKA, K.; SVOBODA, Z. Ploché střechy. Grada Publishing - edice Stavitel, 2009, s. 259
- [2] KOČÍ, B. a kol. Technologie pozemních staveb. Brno: Akademické nakladatelství CERM, s.r.o., 2007, s. 319, ISBN 80 - 214 - 2536 - 9
- [3] VAVERKA, J. a kol. Stavební tepelná technika a energetika budov. VUT v Brně: Nakladatelství VUTIUM, 2006, s. 637

### Zákony a vyhlášky:

- [4] ČR Zákon č. 406/2000 Sb., ve znění pozdějších předpisů o hospodaření energií.
- [5] ČR Zákon č. 183/2006 Sb., ve znění pozdějších předpisů o územním plánování a stavebním řádu (Stavební zákon)
- [6] ČR Vyhláška č. 499/2006 Sb., o dokumentaci staveb ve znění pozdějších předpisů
- [7] ČR Vyhláška č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby.
- [8] ČR Vyhláška č. 398/2009 Sb., o obecných technických požadavcích zabezpečujících užívání staveb osobami s omezenou schopností pohybu a orientace

### Normy:

- [9] ČSN 73 0540 Tepelná ochrana budov
- [10] ČSN 73 6056 Odstavné a parkovací plochy silničních vozidel
- [11] ČSN 731901 Navrhování střech - základní ustanovení.

### www stránky:

- [12] <http://wienerberger.cz/>
- [13] <http://www.kvkparabit.com/>
- [14] <http://www.ekostyren.cz/>

## **13 Seznam obrázků a tabulek**

Obr. 1 - Schéma kladení rovných a spádových desek systému KVK Puzzle

Obr. 2 - Skladba střešního pláště systému Bauder PIR Kompakt

Obr. 3 - Výstup z programu Area 2011 - atika u systému KVK Puzzle

Obr. 4 - Výstup z programu Area 2011 - atika u systému Bauder PIR Kompakt

Tab. 1 - Celkové porovnání variantního řešení střech

## **14 Seznam příloh**

Příloha A - Protokoly tepelně technického posouzení

Příloha B 1 - Položkový rozpočet varianty střechy pro klasickou výstavbu

Příloha B 2 - Položkový rozpočet varianty střechy pro nízkoenergetické stavby

Příloha B 3 - Položkový rozpočet stavebních prací pro zadanou budovu

Příloha C - Časový plán stavby ve formě řádkového harmonogramu pro zadanou budovu

Příloha D - Výkresová dokumentace

Výkres č. 1 - Celkový situační výkres stavby

Výkres č. 2 - Svislý řez budovy schodištěm

Výkres č. 3 - Půdorys vybraného podlaží (1. NP)

Výkres č. 4 - Půdorys vybraného podlaží (Suterén)

Výkres č. 5 - Výkres základů

Výkres č. 6 - Půdorys ostatních podlaží (2. NP)

Výkres č. 7 - Půdorys ostatních podlaží (3. NP)

Výkres č. 8 - Výkres střešních dílců

Výkres č. 9 - Půdorys střechy systém KVK Puzzle

Výkres č. 10 - Půdorys střechy systém Bauder PIR Kompakt

Výkres č. 11 - Detail - Atika, systém KVK Puzzle

Výkres č. 12 - Detail - Atika, systém Bauder PIR Kompakt

Výkres č. 13 - Pohledy

## Přílohy

### A 1 Protokoly tepelně technického posouzení

#### Příloha A 1.1 Protokoly tepelně technického posouzení varianty střechy pro klasickou výstavbu

##### Příloha A 1.1.1 Protokol výpočtu a rozložení tlaků vodní páry, teplot a relativní vlhkosti v typickém místě konstrukce

- Protokol výpočtu:

### ZÁKLADNÍ KOMPLEXNÍ TEPELNĚ TECHNICKÉ POSOUZENÍ STAVEBNÍ KONSTRUKCE

podle ČSN EN ISO 13788, ČSN EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

**Teplo 2011**

Název úlohy : **KVK Puzzle tl. 150mm**

Zpracovatel : student

Zakázka :

Datum : 21.4.2016

#### **KONTROLNÍ TISK VSTUPNÍCH DAT :**

Typ hodnocené konstrukce : Strop, střecha - tepelný tok zdola  
Korekce součinitele prostupu dU : 0.000 W/m2K

#### **Skladba konstrukce (od interiéru) :**

Číslo	Název	D[m]	L[W/mK]	C[J/kgK]	Ro[kg/m3]	Mi[-]	Ma[kg/m2]
1	Baumit univerz	0,0100	0,8000	900,0	1800,0	100,0	0.0000
2	Stropní konstr	0,2500	0,8620	800,0	800,0	20,0	0.0000
3	Sklodek 40 Sta	0,0040	0,2100	1470,0	1200,0	50000,0	0.0000
4	Rigips EPS 100	0,1500	0,0380	1270,0	20,0	30,0	0.0000
5	Paraelast FIX	0,0028	0,2100	1470,0	1200,0	25000,0	0.0000
6	Elastodek 40 S	0,0042	0,2100	1470,0	1200,0	20000,0	0.0000

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Baumit univerzální stěrka	---
2	Stropní konstrukce Porotherm Miako 250 mm	---
3	Sklodek 40 Standard Mineral	---
4	Rigips EPS 100 S Stabil (1)	---
5	Paraelast FIX PE	---
6	Elastodek 40 Special Dekor	---

#### **Okrajové podmínky výpočtu :**

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.10 m2K/W

dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot  $R_{si}$  : 0.25 m<sup>2</sup>K/W  
 Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru  $R_{se}$  : 0.04 m<sup>2</sup>K/W  
 dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot  $R_{se}$  : 0.04 m<sup>2</sup>K/W

Návrhová venkovní teplota  $T_e$  : -15.0 C  
 Návrhová teplota vnitřního vzduchu  $T_{ai}$  : 20.0 C  
 Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu  $R_{He}$  : 84.0 %  
 Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu  $R_{Hi}$  : 55.0 %

### **TISK VÝSLEDKŮ VYŠETŘOVÁNÍ :**

#### **Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla dle ČSN EN ISO 6946:**

Tepelný odpor konstrukce  $R$  : 4.30 m<sup>2</sup>K/W  
 Součinitel prostupu tepla konstrukce  $U$  : 0.225 W/m<sup>2</sup>K

Součinitel prostupu zabudované kce  $U_{kc}$  : 0.25 / 0.28 / 0.33 / 0.43 W/m<sup>2</sup>K  
 Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou dle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Difuzní odpor konstrukce  $Z_p T$  : 1.9E+0012 m/s  
 Teplotní útlum konstrukce  $N_y^*$  : 130.8  
 Fázový posun teplotního kmitu  $\Psi^*$  : 7.6 h

#### **Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor dle ČSN 730540 a ČSN EN ISO 13788:**

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách  $T_{si,p}$  : 18.09 C  
 Teplotní faktor v návrhových podmínkách  $f, R_{si,p}$  : 0.946

#### **Difuze vodní páry v návrhových podmínkách a bilance vlhkosti dle ČSN 730540:** **(bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)**

Průběh teplot a tlaků v návrhových okrajových podmínkách:

rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	e
tepl.[C]:	18.1	18.0	15.8	15.6	-14.4	-14.5	-14.7
p [Pa]:	1285	1282	1266	637	623	403	138
p,sat [Pa]:	2075	2063	1793	1776	173	172	169

Při venkovní návrhové teplotě dochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.

Kond.zóna číslo	Hranice kondenzační zóny levá [m]	pravá	Kondenzující množství vodní páry [kg/m <sup>2</sup> s]
1	0.4140	0.4140	1.010E-0009

#### **Celoroční bilance vlhkosti:**

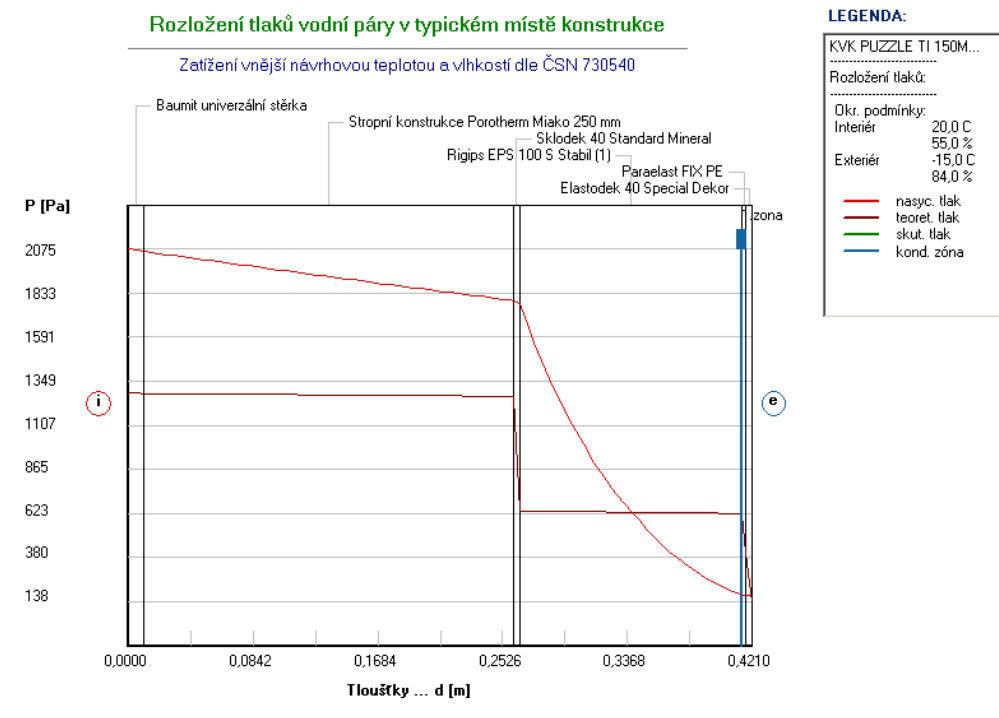
Množství zkondenzované vodní páry  $M_{c,a}$  : 0.006 kg/m<sup>2</sup>,rok  
 Množství vypařitelné vodní páry  $M_{ev,a}$  : 0.017 kg/m<sup>2</sup>,rok

Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než 10.0 C.

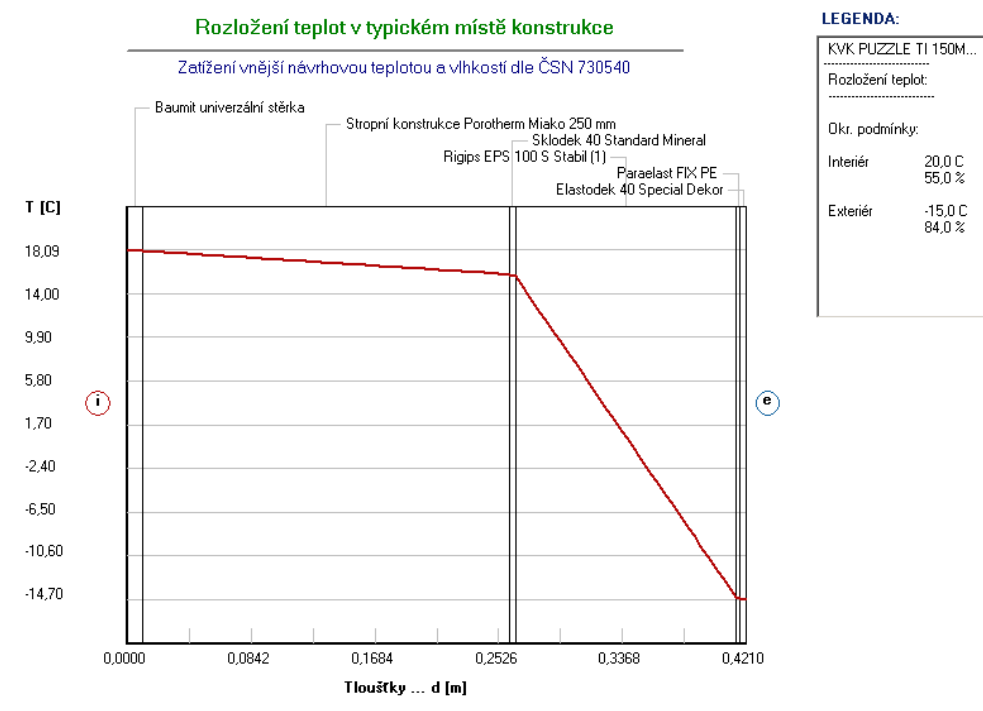
Poznámka: Hodnocení difuze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledky lze získat s pomocí 2D analýzy.

**STOP, Teplo 2011**

- Rozložení tlaků vodní páry v typickém místě konstrukce:

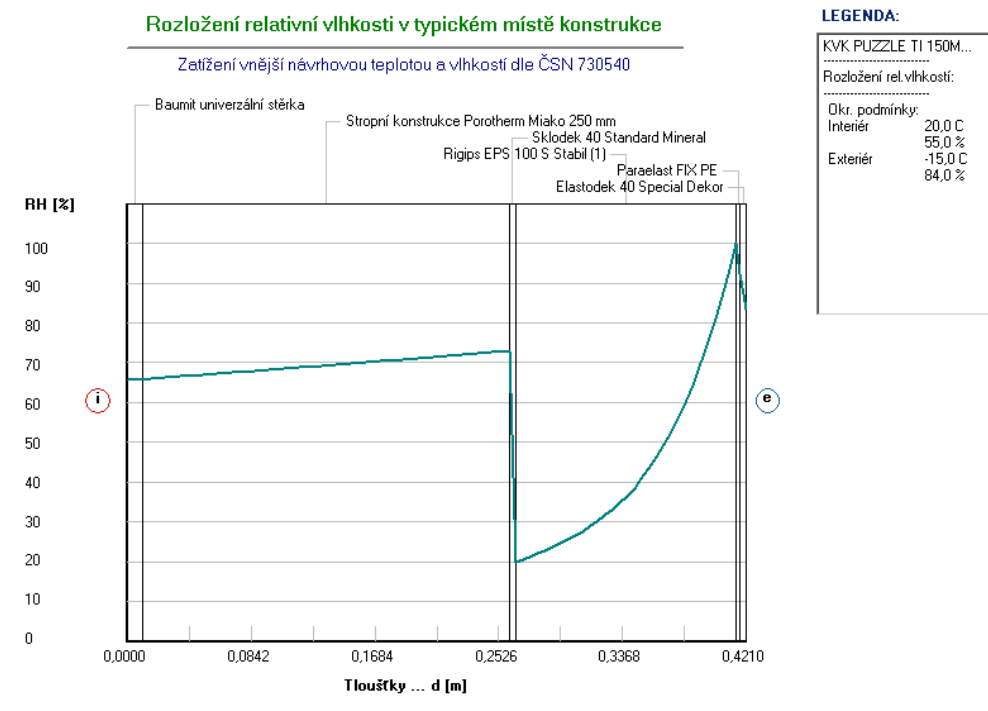


- Rozložení teplot v typickém místě konstrukce:





- Rozložení relativní vlhkosti v typickém místě konstrukce:



## Příloha A 1.1.2 Protokol výpočtu a rozložení tlaků vodní páry, teplot a relativní vlhkosti v typickém místě konstrukce

- Protokol výpočtu:

### ZÁKLADNÍ KOMPLEXNÍ TEPELNĚ TECHNICKÉ POSOUZENÍ STAVEBNÍ KONSTRUKCE

podle ČSN EN ISO 13788, ČSN EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

**Teplo 2011**

Název úlohy : **KVK Puzzle TI 300mm**  
 Zpracovatel : student  
 Zakázka :  
 Datum : 21.4.2016

#### KONTROLNÍ TISK VSTUPNÍCH DAT :

Typ hodnocené konstrukce : Strop, střecha - tepelný tok zdola  
 Korekce součinitele prostupu dU : 0.000 W/m2K

#### Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D[m]	L[W/mK]	C[J/kgK]	Ro[kg/m3]	Mi[-]	Ma[kg/m2]
1	Baunit univerz	0,0100	0,8000	900,0	1800,0	100,0	0.0000

2	Stropní konstr	0,2500	0,8620	800,0	800,0	20,0	0.0000
3	Sklodek 40 Sta	0,0040	0,2100	1470,0	1200,0	50000,0	0.0000
4	Rigips EPS 100	0,3000	0,0380	1270,0	20,0	30,0	0.0000
5	Paraelast FIX	0,0028	0,2100	1470,0	1200,0	25000,0	0.0000
6	Elastodek 40 S	0,0042	0,2100	1470,0	1200,0	20000,0	0.0000

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Baumit univerzální stěrka	---
2	Stropní konstrukce Porotherm Miako 250 mm	---
3	Sklodek 40 Standard Mineral	---
4	Rigips EPS 100 S Stabil (1)	---
5	Paraelast FIX PE	---
6	Elastodek 40 Special Dekor	---

#### **Okrajové podmínky výpočtu :**

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi :	0.10 m2K/W
dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot Rsi :	0.25 m2K/W
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse :	0.04 m2K/W
dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot Rse :	0.04 m2K/W

Návrhová venkovní teplota Te :	-15.0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai :	20.0 C
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe :	84.0 %
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHi :	55.0 %

#### **TISK VÝSLEDKŮ VYŠETŘOVÁNÍ :**

##### **Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla dle ČSN EN ISO 6946:**

Tepelný odpor konstrukce R :	8.25 m2K/W
Součinitel prostupu tepla konstrukce U :	0.119 W/m2K

Součinitel prostupu zabudované kce U<sub>kc</sub> : 0.14 / 0.17 / 0.22 / 0.32 W/m2K  
Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou dle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Difuzní odpor konstrukce ZpT :	2.0E+0012 m/s
Teplotní útlum konstrukce Ny* :	284.5
Fázový posun teplotního kmitu Psi* :	9.7 h

##### **Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor dle ČSN 730540 a ČSN EN ISO 13788:**

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách Tsi,p :	18.98 C
Teplotní faktor v návrhových podmínkách f,Rsi,p :	0.971

##### **Difuze vodní páry v návrhových podmínkách a bilance vlhkosti dle ČSN 730540:** **(bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)**

Průběh teplot a tlaků v návrhových okrajových podmínkách:

rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	e
tepl.[C]:	19.0	18.9	17.7	17.7	-14.7	-14.8	-14.8
p [Pa]:	1285	1282	1267	645	617	399	138
p,sat [Pa]:	2193	2186	2029	2019	169	169	167

Při venkovní návrhové teplotě dochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.

Kond.zóna číslo	Hranice kondenzační zóny levá [m]	pravá	Kondenzující množství vodní páry [kg/m2s]
1	0.5640	0.5640	9.978E-0010

##### **Celoroční bilance vlhkosti:**

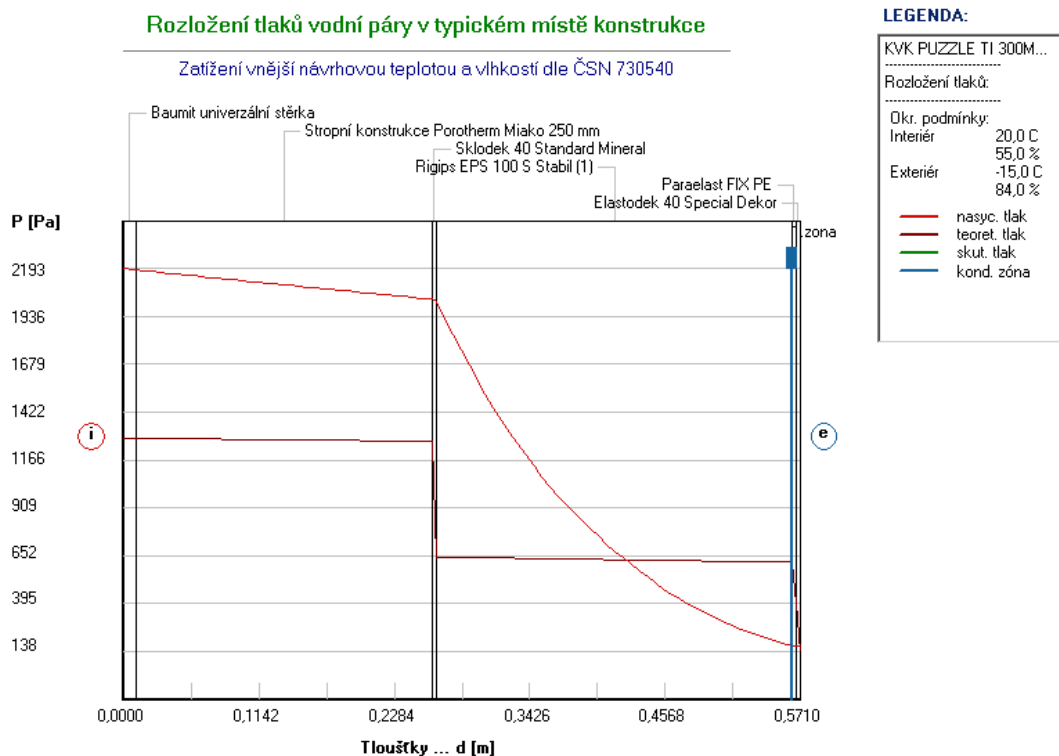
Množství zkondenzované vodní páry Mc,a:	0.006 kg/m2,rok
Množství vypařitelné vodní páry Mev,a:	0.016 kg/m2,rok

Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než 10.0 C.

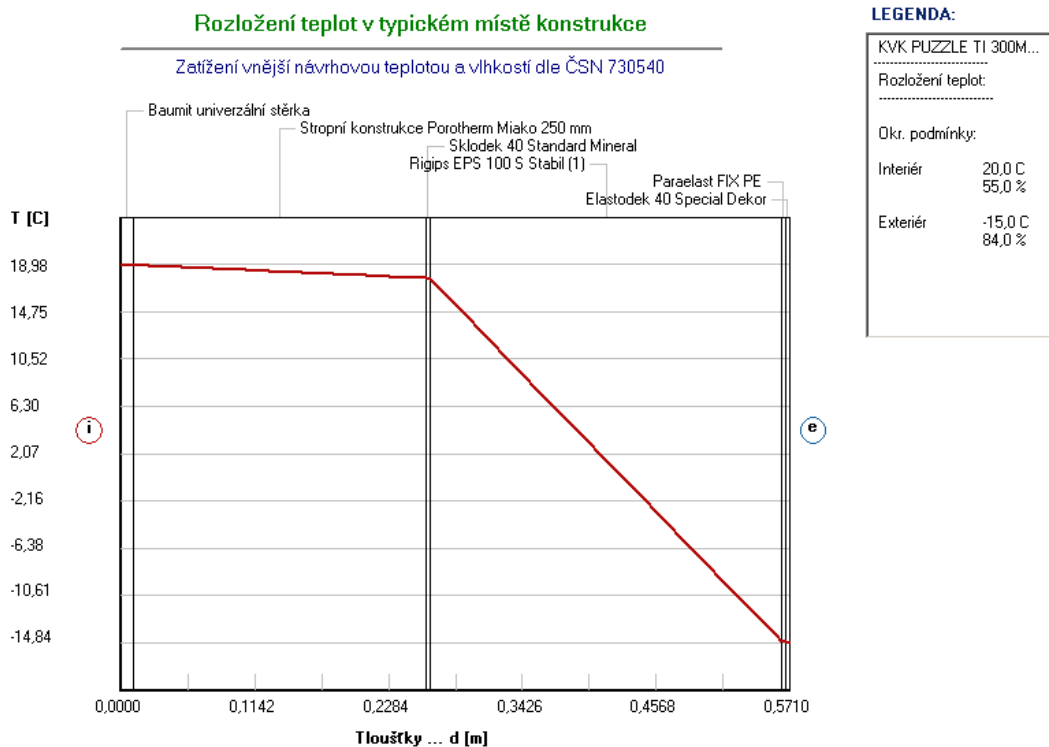
Poznámka: Hodnocení difuze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledky lze získat s pomocí 2D analýzy.

## STOP, Teplo 2011

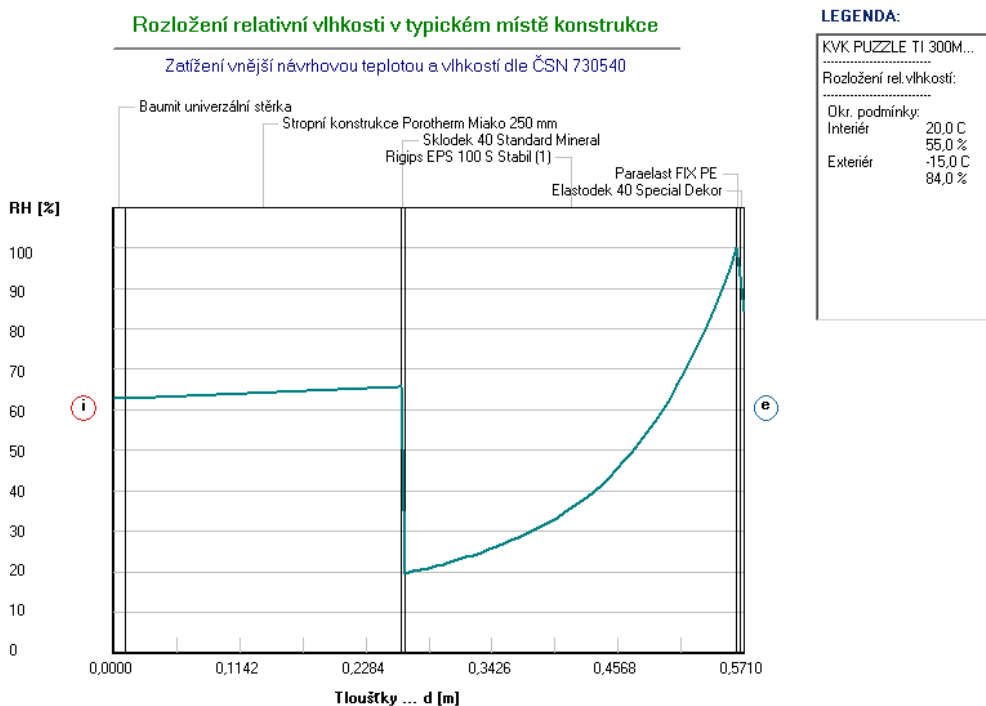
- Rozložení tlaků vodní páry v typickém místě konstrukce:



- Rozložení teplot v typickém místě konstrukce:



- Rozložení relativní vlhkosti v typickém místě konstrukce:



## Příloha A 1.1.3 Protokol výpočtu tepelně technického posouzení styku vnější stěny se střechou programem Area 2011

Bez tisku výsledku vyšetřování.

### DVOUROZMĚRNÉ STACIONÁRNÍ POLE TEPLOT A ČÁSTEČNÝCH TLAKŮ VODNÍ PÁRY

podle ČSN EN ISO 10211-1 a ČSN 730540 - MKP/FEM model

**Area 2011**

Název úlohy : **KVK Puzle**

Varianta

Zpracovatel : student

Zakázka :

Datum : 21.4.2016

#### KONTROLNÍ TISK VSTUPNÍCH DAT :

##### Základní parametry úlohy :

##### Parametry pro výpočet teplotního faktoru:

Teplota vzduchu v exteriéru: -15.0 C

Teplota vzduchu v interiéru: 20.0 C

##### Parametry charakterizující rozsah úlohy:

Počet svislých os: 84

Počet vodorovných os: 89

Počet prvků: 14608

Počet uzlových bodů: 7476

##### Souřadnice os sítě - osa x (m) :

0.00000	0.02644	0.05289	0.07933	0.10578	0.13222	0.15866	0.18511	0.19833	0.20494
0.20824	0.20990	0.21072	0.21155	0.21189	0.21238	0.21286	0.21383	0.21578	0.21967
0.22744	0.24300	0.27411	0.30521	0.33632	0.36743	0.39854	0.42965	0.46076	0.49186
0.52297	0.55408	0.58519	0.61630	0.64740	0.67851	0.70962	0.74073	0.77184	0.80294
0.83405	0.86516	0.89627	0.92738	0.95849	0.98959	1.02070	1.05181	1.08292	1.11403
1.14513	1.17624	1.19180	1.19957	1.20346	1.20735	1.20928	1.21025	1.21073	1.21121
1.21155	1.21189	1.21281	1.21372	1.21555	1.22030	1.22505	1.23455	1.25355	1.29155
1.31405	1.33655	1.35905	1.38155	1.40405	1.42655	1.44905	1.47155	1.51155	1.55155
1.59155	1.63155	1.67155	1.71155						

##### Souřadnice os sítě - osa y (m) :

0.00000	0.00985	0.01970	0.03533	0.05095	0.06658	0.08220	0.09782	0.11345	0.12908
0.14470	0.16033	0.17595	0.19158	0.20720	0.22283	0.23845	0.25408	0.26970	0.28508
0.30045	0.31583	0.33120	0.34658	0.36195	0.37733	0.39270	0.40808	0.42345	0.43883
0.45420	0.46958	0.48495	0.50033	0.50801	0.51570	0.51970	0.52561	0.53151	0.54332
0.55514	0.56695	0.57876	0.59058	0.60239	0.61420	0.62601	0.63783	0.64964	0.66145
0.67326	0.68508	0.69689	0.70870	0.72231	0.73593	0.74954	0.75634	0.75975	0.76145
0.76315	0.76433	0.76491	0.76521	0.76550	0.76570	0.76595	0.76642	0.76689	0.76783
0.76970	0.77361	0.77751	0.78533	0.80095	0.81658	0.83220	0.84783	0.86345	0.87908
0.89470	0.91033	0.92595	0.94158	0.95720	0.97283	0.98845	1.00408	1.01970	

##### Zadané materiály :

č.	Název	LambdaX	LambdaY	MiX	MiY	X1	X2	Y1	Y2
----	-------	---------	---------	-----	-----	----	----	----	----

1	VT 8 Profi	0.230	0.230	17	17	82	84	19	37
2	Rigips EPS 70 S	0.039	0.039	20	20	78	82	19	37
3	Železobeton 1	1.430	1.430	23	23	61	78	19	37
4	Porotherm 50 T	0.074	0.074	10	10	61	84	37	71
5	Porotherm 50 T	0.074	0.074	10	10	61	84	3	19
6	Porotherm strop	0.862	0.862	10	10	14	61	19	37
7	Sklodek 40 stan	0.210	0.210	25000	25000	14	61	36	37
8	Rigips EPS 100	0.037	0.037	30	30	14	61	37	66
9	VT 8 Profi	0.230	0.230	17	17	82	84	71	89
10	VT 8 Profi	0.230	0.230	17	17	61	70	71	89
11	Železobeton 1	1.430	1.430	23	23	70	82	71	89
12	Sklodek 40 stan	0.210	0.210	25000	25000	61	65	37	89
13	Paraelast FIX P	0.210	0.210	25000	25000	15	62	61	67
14	Elastodek 40 sp	0.210	0.210	20000	20000	14	61	65	71
15	Elastodek 40 sp	0.210	0.210	20000	20000	56	61	71	89

#### Zadané okrajové podmínky a jejich rozmístění :

číslo	1.uzel	2.uzel	Teplota [C]	Rs [m2K/W]	Pd [kPa]	h,p [s/m]
1	7390	7476	-15.00	0.04	0.14	0.00
2	5305	5394	-15.00	0.04	0.14	0.00
3	4984	7476	-15.00	0.04	0.14	0.00
4	4966	4984	-15.00	0.04	0.14	0.00
5	1228	4966	-15.00	0.04	0.14	0.00
6	5343	5359	20.00	0.25	1.29	10.00
7	1176	5359	20.00	0.25	1.29	10.00

Pro výpočet šíření vodní páry byla uplatněna přírážka k vnitřní průměrné vlhkosti 5 %.

#### NEJNIŽŠÍ POVRCHOVÉ TEPLOTY A HUSTOTY TEPELNÉHO TOKU:

Prostředí	T [C]	Rs [m2K/W]	R.H. [%]	Ts,min [C]	Tep.tok Q [W/m]	Propust. L [W/mK]
1	-15.0	0.04	84	-15.00	-10.51565	0.30045
2	20.0	0.25	50	14.17	10.51662	0.30047

#### Vysvětlivky:

T	zadaná teplota v daném prostředí [C]
Rs	zadaný odpor při přestupu tepla v daném prostředí [m2K/W]
R.H.	zadaná relativní vlhkost v daném prostředí [%]
Ts,min	minimální povrchová teplota v daném prostředí [C]
Tep.tok Q	hustota tepelného toku z daného prostředí [W/m] (hodnota je vztažena na 1m délky tepelného mostu, přičemž ztráta je kladná a zisk je záporný)
Propust. L	tepelná propustnost mezi daným prostředím a okolím [W/mK] (lze určit jen pro maximálně 2 prostředí; pro určité charakteristické výseky lze získat průměrný součinitel prostupu tepla vydělením hodnoty L šířkou hodnoceného výseku konstrukce)

#### NEJNIŽŠÍ POVRCHOVÉ TEPLOTY, TEPLOTNÍ FAKTORY A RIZIKO KONDENZACE:

Prostředí	Tw [C]	Ts,min [C]	f,Rsi [-]	KOND.	RH,max [%]	T,min [C]
1	-16.87	-15.00	1.000	ne	---	---
2	9.26	14.17	0.833	ne	---	---

#### Vysvětlivky:

Tw	teplota rosného bodu v daném prostředí [C] - lze určit jen pro teploty do 100 C
Ts,min	minimální povrchová teplota v daném prostředí [C]
f,Rsi	teplotní faktor dle ČSN 730540, ČSN EN ISO 10211-1 a ČSN EN ISO 13788 [-] [rozdíl minimální povrchové teploty a vnější teploty podělený rozdílem vnitřní ( 20.0 C) a vnější (-15.0 C) teploty - přesně lze určit jen pro max. 2 prostředí a pro rozdílnou vnitřní a vnější teplotu, program nicméně určuje orientační hodnoty i pro více prostředí, přičemž se uvažuje vnitřní teplota podle daného prostředí a konstantní vnější teplota Te = -15.0 C]
KOND.	označuje vznik povrchové kondenzace
RH,max	maximální možná relativní vlhkost při dané teplotě v daném prostředí, která zajistí odstranění povrchové kondenzace [%]
T,min	minimální potřebná teplota při dané absolutní vlhkosti v daném prostředí, která zajistí odstranění povrchové kondenzace [C] - platí jen pro případ dvou prostředí

Poznámka: Zde uvedené vyhodnocení rizika kondenzace neodpovídá hodnocení ani podle ČSN 730540, ani

podle ČSN EN ISO 13788 (neobsahuje bezpečnostní přírážky). Pro vyhodnocení výsledků podle těchto norem je nutné použít postup dle čl. 5.1 v ČSN 730540-2 či čl. 5 v ČSN EN ISO 13788.

#### **ODHAD CHYBY VÝPOČTU:**

Součet tepelných toků: 0.0010 W/m  
Součet abs.hodnot tep.toků: 21.0323 W/m  
Podíl: 0.0000  
Podíl je menší než 0.001 - požadavek ČSN EN ISO 10211-1 je splněn.

**STOP, Area 2011**

## **Příloha A 1.2 Protokoly tepelně technického posouzení varianty střechy pro nízkoenergetické stavby**

### **Příloha A 1.2.1 Protokol výpočtu a rozložení tlaků vodní páry, teplot a relativní vlhkosti v typickém místě konstrukce**

- Protokol výpočtu:

## **ZÁKLADNÍ KOMPLEXNÍ TEPELNĚ TECHNICKÉ POSOUZENÍ STAVEBNÍ KONSTRUKCE**

podle ČSN EN ISO 13788, ČSN EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

**Teplo 2011**

Název úlohy : **Bauder PIR Kompakt 5cm**  
Zpracovatel : student  
Zakázka :  
Datum : 21.4.2016

#### ***KONTROLNÍ TISK VSTUPNÍCH DAT :***

Typ hodnocené konstrukce : Strop, střecha - tepelný tok zdola  
Korekce součinitele prostupu dU : 0.000 W/m<sup>2</sup>K

#### **Skladba konstrukce (od interiéru) :**

Číslo	Název	D[m]	L[W/mK]	C[J/kgK]	Ro[kg/m <sup>3</sup> ]	Mi[-]	Ma[kg/m <sup>2</sup> ]
1	Baumit univerz	0,0100	0,8000	900,0	1800,0	100,0	0.0000
2	Stropní konstr	0,2500	0,8620	800,0	800,0	20,0	0.0000
3	Polystyrenbeto	0,0500	0,0860	900,0	350,0	20,0	0.0000
4	Asfaltový nátě	0,0010	0,2100	1470,0	1400,0	1200,0	0.0000
5	Bauder Kompakt	0,0025	0,2100	1470,0	1140,0	600000,0	0.0000
6	Asfaltový nátě	0,0010	0,2100	1470,0	1400,0	1200,0	0.0000
7	Bauder PIR	0,1600	0,0250	1500,0	30,0	180,0	0.0000
8	Asfaltový nátě	0,0010	0,2100	1470,0	1400,0	1200,0	0.0000
9	Bauder Kompakt	0,0030	0,2100	1470,0	1210,0	20000,0	0.0000
10	Bauder KARAT	0,0052	0,0210	1470,0	1300,0	25000,0	0.0000

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Baumit univerzální stěrka	---
2	Stropní konstrukce Porotherm Miako 250 mm	---
3	Polystyrenbeton 2	---
4	Asfaltový nátěr	---
5	Bauder Kompakt DSK	---
6	Asfaltový nátěr	---
7	Bauder PIR	---
8	Asfaltový nátěr	---
9	Bauder Kompakt ULK	---
10	Bauder KARAT	---

#### **Okrajové podmínky výpočtu :**

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi :	0.10 m2K/W
dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot Rsi :	0.25 m2K/W
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse :	0.04 m2K/W
dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot Rse :	0.04 m2K/W

Návrhová venkovní teplota Te :	-15.0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai :	20.0 C
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe :	84.0 %
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHi :	55.0 %

#### **TISK VÝSLEDKŮ VYŠETŘOVÁNÍ :**

##### **Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla dle ČSN EN ISO 6946:**

Tepelný odpor konstrukce R :	7.57 m2K/W
Součinitel prostupu tepla konstrukce U :	0.130 W/m2K

Součinitel prostupu zabudované kce U<sub>kc</sub> : 0.15 / 0.18 / 0.23 / 0.33 W/m2K  
Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou dle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Difuzní odpor konstrukce ZpT :	9.2E+0012 m/s
Teplotní útlum konstrukce Ny* :	355.8
Fázový posun teplotního kmitu Psi* :	12.5 h

##### **Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor dle ČSN 730540 a ČSN EN ISO 13788:**

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách Tsi,p :	18.89 C
Teplotní faktor v návrhových podmínkách f,Rsi,p :	0.968

##### **Difuze vodní páry v návrhových podmínkách a bilance vlhkosti dle ČSN 730540:** **(bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)**

Průběh teplot a tlaků v návrhových okrajových podmínkách:

rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	e
tepl.[C]:	18.9	18.8	17.5	15.0	14.9	14.9	14.9	-13.6	-13.7	-13.7	-14.8
p [Pa]:	1285	1285	1281	1281	1280	285	284	265	264	225	138
p,sat [Pa]:	2181	2173	2004	1699	1697	1691	1689	187	186	185	167

Při venkovní návrhové teplotě dochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.

Kond.zóna číslo	Hranice kondenzační zóny levá [m]	pravá	Kondenzující množství vodní páry [kg/m2s]
1	0.4745	0.4755	9.224E-0011

##### **Celoroční bilance vlhkosti:**

Množství zkondenzované vodní páry Mc,a:	0.000 kg/m2,rok
Množství vypařitelné vodní páry Mev,a:	0.011 kg/m2,rok

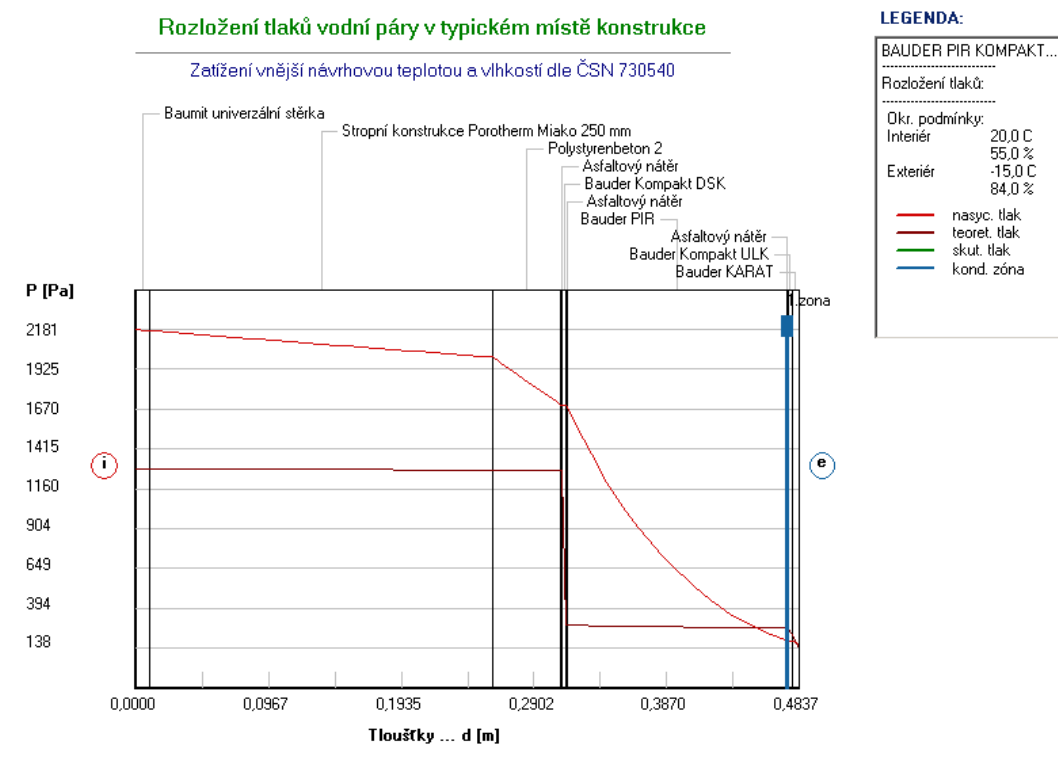
Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než -5.0 C.



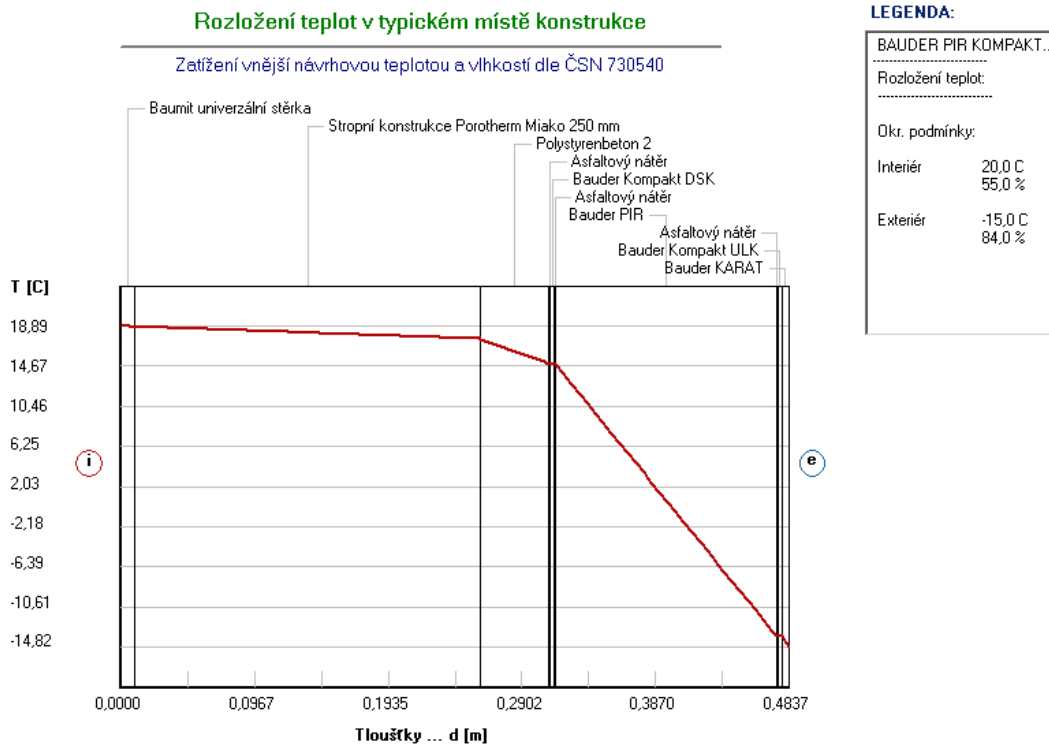
Poznámka: Hodnocení difuze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledky lze získat s pomocí 2D analýzy.

## STOP, Teplo 2011

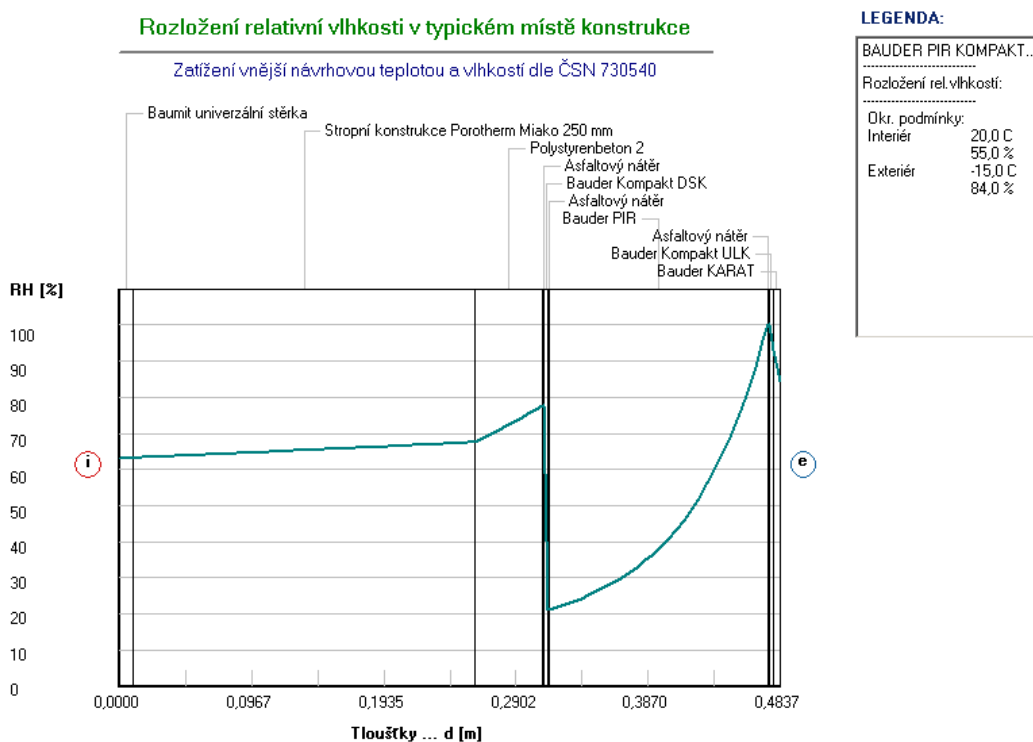
- Rozložení tlaků vodní páry v typickém místě konstrukce:



- Rozložení teplot v typickém místě konstrukce:



- Rozložení relativní vlhkosti v typickém místě konstrukce:



## Příloha A 1.2.2 Protokol výpočtu a rozložení tlaků vodní páry, teplot a relativní vlhkosti v typickém místě konstrukce

- Protokol výpočtu:

### ZÁKLADNÍ KOMPLEXNÍ TEPELNĚ TECHNICKÉ POSOUZENÍ STAVEBNÍ KONSTRUKCE

podle ČSN EN ISO 13788, ČSN EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

**Teplo 2011**

Název úlohy : **Bauder PIR Kompakt 245mm**

Zpracovatel : student

Zakázka :

Datum : 21.4.2016

#### **KONTROLNÍ TISK VSTUPNÍCH DAT :**

Typ hodnocené konstrukce : Strop, střecha - tepelný tok zdola  
Korekce součinitele prostupu dU : 0.000 W/m<sup>2</sup>K

#### **Skladba konstrukce (od interiéru) :**

Číslo	Název	D[m]	L[W/mK]	C[J/kgK]	Ro[kg/m <sup>3</sup> ]	Mi[-]	Ma[kg/m <sup>2</sup> ]
1	Baumit univerz	0,0100	0,8000	900,0	1800,0	100,0	0.0000
2	Stropní konstr	0,2500	0,8620	800,0	800,0	20,0	0.0000
3	Polystyrenbeto	0,2450	0,0860	900,0	350,0	20,0	0.0000
4	Asfaltový nátě	0,0010	0,2100	1470,0	1400,0	1200,0	0.0000
5	Bauder Kompakt	0,0025	0,2100	1470,0	1140,0	600000,0	0.0000
6	Asfaltový nátě	0,0010	0,2100	1470,0	1400,0	1200,0	0.0000
7	Bauder PIR	0,1600	0,0250	1500,0	30,0	180,0	0.0000
8	Asfaltový nátě	0,0010	0,2100	1470,0	1400,0	1200,0	0.0000
9	Bauder Kompakt	0,0030	0,2100	1470,0	1210,0	20000,0	0.0000
10	Bauder KARAT	0,0052	0,0210	1470,0	1300,0	25000,0	0.0000

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Baumit univerzální stěrka	---
2	Stropní konstrukce Porotherm Miako 250 mm	---
3	Polystyrenbeton 2	---
4	Asfaltový nátěr	---
5	Bauder Kompakt DSK	---
6	Asfaltový nátěr	---
7	Bauder PIR	---
8	Asfaltový nátěr	---
9	Bauder Kompakt ULK	---
10	Bauder KARAT	---

#### **Okrajové podmínky výpočtu :**

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.10 m<sup>2</sup>K/W  
dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot Rsi : 0.25 m<sup>2</sup>K/W  
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.04 m<sup>2</sup>K/W  
dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot Rse : 0.04 m<sup>2</sup>K/W

Návrhová venkovní teplota  $T_e$  : -15.0 C  
 Návrhová teplota vnitřního vzduchu  $T_{ai}$  : 20.0 C  
 Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu  $R_{He}$  : 84.0 %  
 Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu  $R_{Hi}$  : 55.0 %

### **TISK VÝSLEDKŮ VYŠETŘOVÁNÍ :**

#### **Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla dle ČSN EN ISO 6946:**

Tepelný odpor konstrukce  $R$  : 9.84 m<sup>2</sup>K/W  
 Součinitel prostupu tepla konstrukce  $U$  : 0.100 W/m<sup>2</sup>K

Součinitel prostupu zabudované kce  $U_{kc}$  : 0.12 / 0.15 / 0.20 / 0.30 W/m<sup>2</sup>K  
 Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou dle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Difuzní odpor konstrukce  $Z_p T$  : 9.2E+0012 m/s  
 Teplotní útlum konstrukce  $N_y^*$  : 3444.1  
 Fázový posun teplotního kmitu  $\Psi_i^*$  : 21.4 h

#### **Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor dle ČSN 730540 a ČSN EN ISO 13788:**

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách  $T_{si,p}$  : 19.14 C  
 Teplotní faktor v návrhových podmínkách  $f_{Rsi,p}$  : 0.975

#### **Difuze vodní páry v návrhových podmínkách a bilance vlhkosti dle ČSN 730540:** (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a tlaků v návrhových okrajových podmínkách:

rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	e
tepl.[C]:	19.1	19.1	18.1	8.2	8.2	8.2	8.2	-13.9	-14.0	-14.0	-14.9
p [Pa]:	1285	1285	1281	1278	1277	285	284	265	264	224	138
p,sat [Pa]:	2215	2209	2075	1090	1089	1086	1085	182	181	181	167

Při venkovní návrhové teplotě dochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.

Kond.zóna číslo	Hranice kondenzační zóny levá [m]	pravá	Kondenzující množství vodní páry [kg/m <sup>2</sup> s]
1	0.5050	0.5060	3.458E-0009
2	0.6695	0.6705	7.339E-0011

#### **Celoroční bilance vlhkosti:**

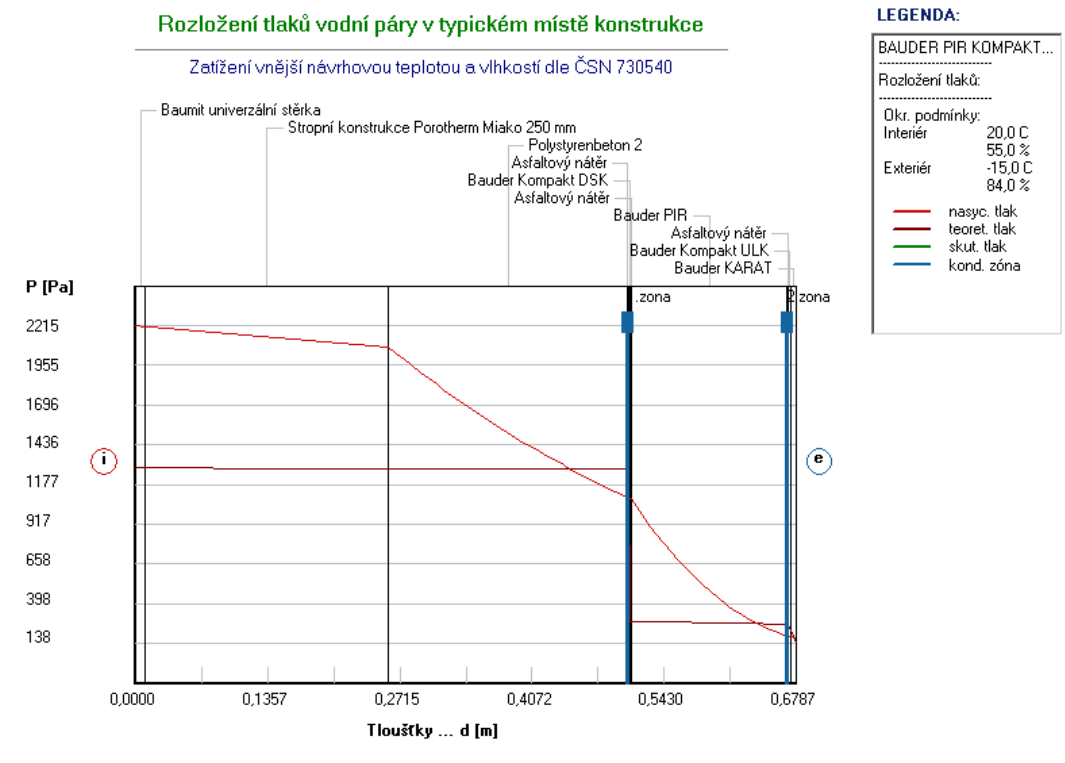
Množství zkondenzované vodní páry  $M_{c,a}$  : 0.003 kg/m<sup>2</sup>,rok  
 Množství vypařitelné vodní páry  $M_{ev,a}$  : 0.010 kg/m<sup>2</sup>,rok

Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než 0.0 C.

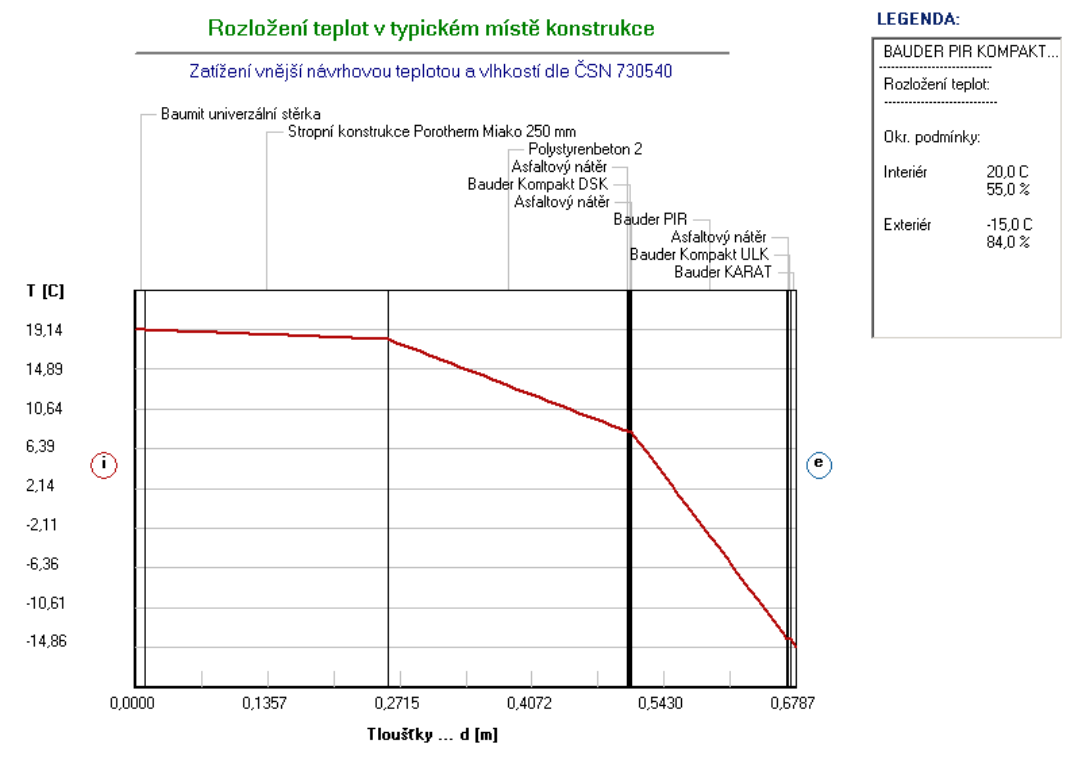
Poznámka: Hodnocení difuze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledky lze získat s pomocí 2D analýzy.

**STOP, Teplo 2011**

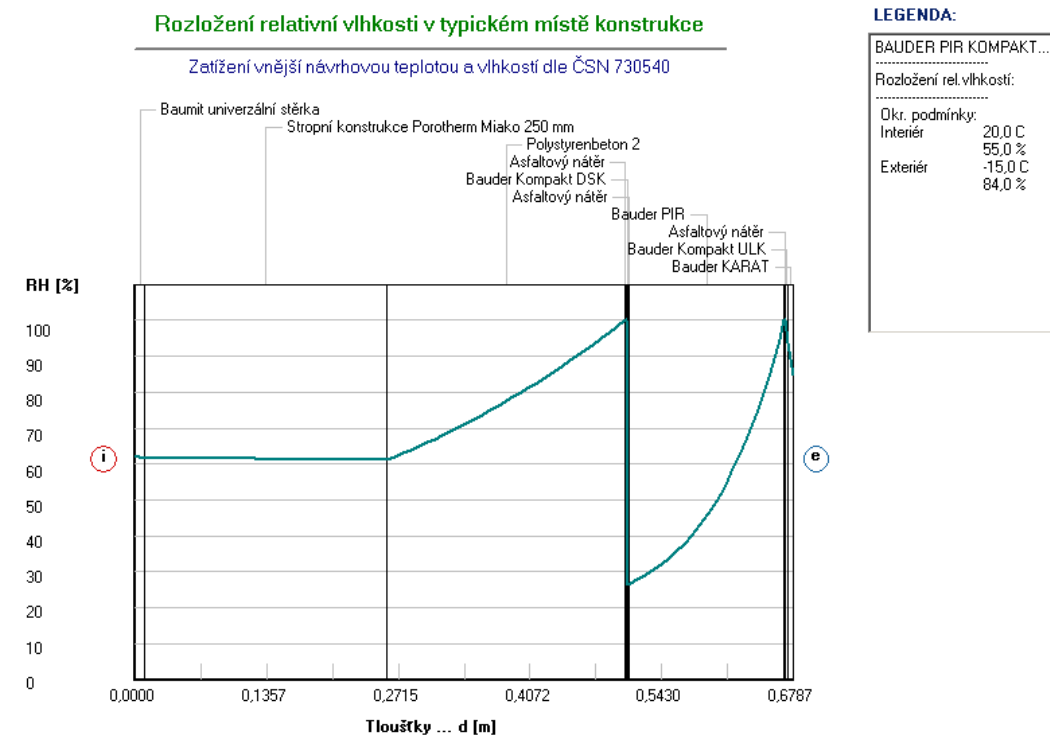
- Rozložení tlaků vodní páry v typickém místě konstrukce:



- Rozložení teplot v typickém místě konstrukce:



- Rozložení relativní vlhkosti v typickém místě konstrukce:



### Příloha A 1.2.3 Protokol výpočtu tepelně technického posouzení styku vnější stěny se střechou programem Area 2011

Bez tisku výsledku vyšetřování.

## DVOUROZMĚRNÉ STACIONÁRNÍ POLE TEPLŮT A ČÁSTEČNÝCH TLAKŮ VODNÍ PÁRY

podle ČSN EN ISO 10211-1 a ČSN 730540 - MKP/FEM model

**Area 2011**

Název úlohy : **Bauder PIR Kompakt**

Varianta

Zpracovatel : student

Zakázka :

Datum : 21.4.2016

## KONTROLNÍ TISK VSTUPNÍCH DAT :

### Základní parametry úlohy :

Parametry pro výpočet teplotního faktoru:

Teplota vzduchu v exteriéru: -15.0 C

Teplota vzduchu v interiéru: 20.0 C

Parametry charakterizující rozsah úlohy:

Počet svislých os: 72

Počet vodorovných os: 96

Počet prvků: 13490

Počet uzlových bodů: 6912

Souřadnice os sítě - osa x (m) :

0.00000	0.02286	0.04571	0.06857	0.09142	0.11428	0.13713	0.15999	0.18284	0.21377
0.24470	0.27563	0.30657	0.33750	0.36843	0.39936	0.43029	0.46122	0.49215	0.52308
0.55402	0.58495	0.61588	0.64681	0.67774	0.70867	0.73960	0.77053	0.80147	0.83240
0.86333	0.89426	0.92519	0.95612	0.98705	1.01798	1.04892	1.07985	1.11078	1.14171
1.15717	1.16491	1.16877	1.17264	1.17460	1.17656	1.17784	1.17870	1.17956	1.18014
1.18149	1.18284	1.18534	1.18784	1.19284	1.20284	1.22284	1.26284	1.28534	1.30784
1.33034	1.35284	1.37534	1.39784	1.42034	1.44284	1.48284	1.52284	1.56284	1.60284
1.64284	1.68284								

Souřadnice os sítě - osa y (m) :

0.00000	0.02258	0.04517	0.06775	0.09033	0.10596	0.12158	0.13721	0.15283	0.16846
0.18408	0.19971	0.21533	0.23096	0.24658	0.26221	0.27783	0.29346	0.30908	0.32471
0.34033	0.35596	0.37158	0.38721	0.40283	0.41846	0.43408	0.44971	0.46533	0.48096
0.49658	0.51221	0.52783	0.54346	0.55908	0.57471	0.59033	0.60596	0.62158	0.63721
0.65158	0.66689	0.68221	0.69752	0.71283	0.72814	0.74346	0.75877	0.77408	0.78939
0.80471	0.82002	0.82767	0.83150	0.83533	0.83773	0.84033	0.84517	0.85001	0.85968
0.87903	0.89838	0.91773	0.93708	0.95643	0.97578	0.98546	0.99029	0.99271	0.99392
0.99453	0.99483	0.99513	0.99533	0.99583	0.99633	0.99733	0.99883	1.00033	1.00299
1.00564	1.01096	1.02158	1.04283	1.06408	1.08533	1.10033	1.11533	1.14283	1.17033
1.19783	1.22533	1.25283	1.28033	1.30783	1.33533				

Zadané materiály :

č.	Název	LambdaX	LambdaY	MiX	MiY	X1	X2	Y1	Y2
1	spádová vrstva	0.086	0.086	15	15	9	52	37	55
2	Porotherm T Pro	0.074	0.074	10	10	52	72	5	21
3	Věncovka VT 8 P	0.230	0.230	10	10	70	72	21	37
4	Rigips EPS 100	0.037	0.037	30	30	66	70	21	37
5	Železobeton 1	1.430	1.430	23	23	52	66	21	37
6	Porotherm T Pro	0.074	0.074	10	10	52	72	37	57
7	Věncovka VT 8 P	0.230	0.230	10	10	70	72	86	96
8	Věncovka VT 8 P	0.230	0.230	10	10	52	58	86	96
9	Železobeton 1	1.430	1.430	23	23	58	70	86	96
10	Stropní konstru	0.862	0.862	20	20	9	52	21	37
11	Asfaltový nátěr	0.210	0.210	1200	1200	9	52	55	57
12	Parozábrana Bau	0.250	0.250	600000	600000	9	52	56	57
13	Asfaltový nátěr	0.210	0.210	1200	1200	47	52	57	88
14	parozábrana Bau	0.250	0.250	600000	600000	50	52	57	88
15	Bauder PIR	0.025	0.025	180	180	9	52	55	74
16	Asfaltový nátěr	0.210	0.210	1200	1200	9	52	74	79
17	Asfaltový nátěr	0.210	0.210	1200	1200	47	52	79	96
18	Bauder Kompakt	0.210	0.210	20000	20000	9	52	77	79
19	Bauder Kompakt	0.210	0.210	20000	20000	46	49	79	96
20	Bauder Karat	0.250	0.250	25000	25000	9	52	73	79
21	Bauder Karat	0.250	0.250	25000	25000	44	47	79	96
22	Porotherm T Pro	0.074	0.074	10	10	52	72	55	86

Zadané okrajové podmínky a jejich rozmístění :

číslo	1.uzel	2.uzel	Teplota [C]	Rs [m2K/W]	Pd [kPa]	h,p [s/m]
1	4901	4917	20.00	0.25	1.29	10.00
2	789	4917	20.00	0.25	1.29	10.00
3	6821	6912	-15.00	0.04	0.14	0.00

4	4224	6912	-15.00	0.04	0.14	0.00
5	4207	4224	-15.00	0.04	0.14	0.00
6	847	4207	-15.00	0.04	0.14	0.00

Pro výpočet šíření vodní páry byla uplatněna přírážka k vnitřní průměrné vlhkosti 5 %.

#### **NEJNIŽŠÍ POVRCHOVÉ TEPLoty A HUSTOTY TEPELNÉHO TOKU:**

Prostředí	T [C]	Rs [m2K/W]	R.H. [%]	Ts,min [C]	Tep.tok Q [W/m]	Propust. L [W/mK]
1	20.0	0.25	50	15.00	8.82739	0.25221
2	-15.0	0.04	84	-15.00	-8.82843	0.25224

Vysvětlivky:

T	zadaná teplota v daném prostředí [C]
Rs	zadaný odpor při přestupu tepla v daném prostředí [m2K/W]
R.H.	zadaná relativní vlhkost v daném prostředí [%]
Ts,min	minimální povrchová teplota v daném prostředí [C]
Tep.tok Q	hustota tepelného toku z daného prostředí [W/m] (hodnota je vztažena na 1m délky tepelného mostu, přičemž ztráta je kladná a zisk je záporný)
Propust. L	tepelná propustnost mezi daným prostředím a okolím [W/mK] (lze určit jen pro maximálně 2 prostředí; pro určité charakteristické výseky lze získat průměrný součinitel prostupu tepla vydělením hodnoty L šířkou hodnoceného výseku konstrukce)

#### **NEJNIŽŠÍ POVRCHOVÉ TEPLoty, TEPLOTNÍ FAKTORY A RIZIKO KONDENZACE:**

Prostředí	Tw [C]	Ts,min [C]	f,Rsi [-]	KOND.	RH,max [%]	T,min [C]
1	9.26	15.00	0.857	ne	---	---
2	-16.87	-15.00	1.000	ne	---	---

Vysvětlivky:

Tw	teplota rosného bodu v daném prostředí [C] - lze určit jen pro teploty do 100 C
Ts,min	minimální povrchová teplota v daném prostředí [C]
f,Rsi	teplotní faktor dle ČSN 730540, ČSN EN ISO 10211-1 a ČSN EN ISO 13788 [-] [rozdíl minimální povrchové teploty a vnější teploty podělený rozdílem vnitřní ( 20.0 C) a vnější (-15.0 C) teploty - přesně lze určit jen pro max. 2 prostředí a pro rozdílnou vnitřní a vnější teplotu, program nicméně určuje orientační hodnoty i pro více prostředí, přičemž se uvažuje vnitřní teplota podle daného prostředí a konstantní vnější teplota Te = -15.0 C]
KOND.	označuje vznik povrchové kondenzace
RH,max	maximální možná relativní vlhkost při dané teplotě v daném prostředí, která zajistí odstranění povrchové kondenzace [%]
T,min	minimální potřebná teplota při dané absolutní vlhkosti v daném prostředí, která zajistí odstranění povrchové kondenzace [C] - platí jen pro případ dvou prostředí

Poznámka: Zde uvedené vyhodnocení rizika kondenzace neodpovídá hodnocení ani podle ČSN 730540, ani podle ČSN EN ISO 13788 (neobsahuje bezpečnostní přírážky). Pro vyhodnocení výsledků podle těchto norem je nutné použít postup dle čl. 5.1 v ČSN 730540-2 či čl. 5 v ČSN EN ISO 13788.

#### **ODHAD CHYBY VÝPOČTU:**

Součet tepelných toků:	-0.0010 W/m
Součet abs.hodnot tep.toků:	17.6558 W/m
Podíl:	-0.0001
Podíl je menší než 0.001 - požadavek ČSN EN ISO 10211-1 je splněn.	

**STOP, Area 2011**